

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut Dopravy

Řízení silničních vozidel

Road vehicles steering systems

Autor:	Pavel Dresler
Vedoucí práce:	Ing. Michal Richtář
Místo a rok:	Ostrava 2009



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Řízení silničních vozidel

Road Vehicles Steering Systems

Student: Pavel Dresler
Studijní obor: 2301R002 Dopravní technika
Pracoviště: Institut dopravy - 342

Zásady pro zpracování:

1. Úvod.
2. Legislativní stav.
3. Přehled současného stavu.
4. Nová řešení řídicích ústrojí.
5. Zhodnocení a doporučení.
6. Závěr.

Pokyny pro zpracování:

Rozsah práce: min. 30 stran textu mimo přílohy

Cíl práce: Cílem práce je zhodnotit nové prvky konstrukce řídicích ústrojí.

Seznam doporučené literatury:

MATĚJKA, R. *Vozidla silniční dopravy I.*, Alfa Bratislava, 1990, ISBN 80-05-00392-7

MATĚJKA, R. *Vozidla silniční dopravy II.*, Alfa Bratislava, 1994, ISBN 80-7100-074-4

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Richtář

Datum zadání bakalářské práce:

24. září 2008

Datum odevzdání:

22. května 2009

Akademický rok:

2008/2009



.....
doc. Ing. Vladimír Smrč, Ph.D.

ředitel ID

.....
prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan FS

V Ostravě dne 23. září 2008

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat Ing. Michalu Richtářovi za konzultace a vstřícný přístup při řešení technických detailů a zodpovězení odborných dotazů. Také bych chtěl poděkovat panu Petru Pitelkovi za poskytnutí materiálů. Poděkování patří také společnostem Renault ČR, Mitsubishi Motors ČR, Kia Motors Czech, Audi ČR, VW ČR, a Škoda Auto za umožnění odborných konzultací.

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 22. 5. 2009

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 22. 5. 2009

.....
podpis studenta

Anotace bakalářské práce

Název práce: Řízení silničních vozidel
Autor: Pavel Dresler
Katedra: 342 – Institut dopravy
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Michal Richtář, Institut dopravy Strojní fakulty
VŠB – Technické univerzity v Ostravě

Bakalářská práce se zabývá konstrukčním provedením řízení silničních vozidel. V první části práce jsou uvedeny legislativní požadavky, které jsou potřeba k udělení homologace silničního vozidla z hlediska řízení. Práce zahrnuje přehled současných konstrukčních uspořádání a nových konstrukčních řešení řídicích ústrojí. V závěrečné části práce je provedeno zhodnocení nových prvků konstrukce řídicích ústrojí.

Annotation of thesis

Title: Road vehicles steering systems
Author: Pavel Dresler
Department: 342 – Institute of transport
Supervisor: Ing. Michal Richtář, Institute of transport, Faculty of
Mechanical Engineering VŠB - Technical University of
Ostrava

This bachelor thesis is dealing with structural design of road vehicles steering. The first part mentions the legislative requirements which are necessary for granting the homologation of road vehicle from steering point of view. The work also includes the summary of current constructional adjustments and new constructional solutions of steering systems. The final part of this work is reviewing new elements of road vehicles steering.

Klíčová slova: Řízení silničních vozidel, řízení všemi koly, hydraulické řízení, elektromechanické řízení, dynamické řízení.

Keywords: Road vehicles steering, all wheels steering, hydraulic steering system, electromechanical steering system, dynamic steering system.

Obsah

Seznam použitých výrazů a zkratk	9
1 Úvod	10
2 Legislativní stav	11
2.1 Požadavky na provoz	11
2.2 Požadavky na konstrukci	12
2.2.1 Všeobecná ustanovení	12
2.2.2 Speciální ustanovení	13
2.3 Zkoušky systémů řízení	15
2.3.1 Všeobecná ustanovení	15
2.3.2 Ustanovení pro motorová vozidla	15
2.3.3 Ustanovení pro přípojná vozidla	16
2.4 Homologace	16
2.4.1 Žádost o homologaci	16
2.4.2 Homologace	17
2.4.3 Změny, rozšíření a odebrání homologace typu vozidla	18
3 Přehled současného stavu	19
3.1 Řízení přední nápravy	19
3.1.1 Řídicí ústrojí pro tuhé nápravy	19
3.1.2 Řídicí ústrojí pro nápravy s nezávislým zavěšením	22
3.2 Řízení všemi koly	24
3.2.1 Systém HICAS	24
3.2.2 Systém Honda 4WS	25
3.3 Posilovače řízení	25
3.3.1 Posilovač pro převodovky řízení s otočným pohybem	26
3.3.2 Posilovač pro hřebenové řízení	27
4 Nová řešení řídicích ústrojí	29
4.1 Elektromechanické řízení	29
4.1.1 Konstrukční provedení	29
4.1.2 Elektrická část řízení	31
4.1.3 Funkční stavy elektromechanického řízení	32
4.1.4 Charakteristiky elektromechanického servořízení	33
4.2 Dynamické řízení	34
4.2.1 Princip uspořádání	35
4.2.2 Řídicí jednotka dynamického řízení	36
4.2.3 Akční člen	37

4.2.4	Uzávěrka dynamického řízení	38
4.2.5	Snímače.....	39
4.2.6	Stabilizační funkce dynamického řízení	40
4.3	Active Drive 4WS	43
5	Zhodnocení a doporučení	45
5.1	Dotazníkový průzkum.....	45
5.1.1	Výsledky průzkumu.....	45
5.2	Experiment v rámci zhodnocení hydraulického systému	47
5.3	Výsledné zhodnocení a doporučení	49
5.3.1	Hydraulický systém	49
	Doporučení:	51
5.3.2	Elektromechanický systém	52
	Doporučení:	53
6	Závěr.....	55
7	Seznam zdrojů a použité literatury	56
8	Přílohy	57
A	Žádost o homologaci z hlediska systému řízení	57
B	Dotazník.....	59

Seznam použitých výrazů a zkratek

4WS – Four wheels steering

ABS - Anti-lock Brake System

CAN - Controller Area Network

EHK – Evropská hospodářská komise

ES – Evropské společenství

ESP - Elektronický stabilizační program

HICAS - High Capacity Actively Controlled Suspension

Homologace vozidla - je homologaci typu vozidla z hlediska jeho systému řízení.

Ovládací orgán řízení - je část systému řízení, která ovládá jeho činnost

Ovládací síla - je síla, aplikovaná na ovládací orgán řízení za účelem řídit vozidlo.

Řídící síly - jsou všechny síly pracující v převodu řízení.

Řízená kola - jsou kola, jejichž poloha vzhledem k podélné ose vozidla může být měněna

Samorejdovací systém - je systém konstruovaný ke změně úhlu rejdu jednoho nebo více kol, k níž dojde pouze působením sil a/nebo momentů na pneumatiku ve styku s vozovkou.

Systém řízení - znamená veškeré vybavení, jehož účelem je určit směr pohybu vozidla.

1 Úvod

V bakalářské práci se zabývám konstrukčním uspořádáním řízení silničních vozidel. Řídicí ústrojí je důležitý prvek v konstrukci automobilů. Umožňuje řidiči udržovat a měnit směr jízdy pomocí ovládacího orgánu řízení. Jeho vhodná konstrukce a nastavení vede ke zvýšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích a také ke snadnějšímu ovládání vozidla a tím ke komfortnější jízdě.

První automobily byly řízeny kolem, připomínajícím kormidlo, které se používalo u lodí. Již v roce 1984 vozidla Panhard & Levassor byla ovšem vybavena ovládacím orgánem řízení, obdobným jako se používá u současných automobilů. Výrobci ihned volant ve svých vozech začali používat. Během let se pak postupně řídicí ústrojí inovovalo a vylepšovalo, aby ovládání vozidla bylo pro řidiče co nejsnazší a nejpříjemnější. Velký zlom v konstrukci řídicích ústrojí nastal v roce 1950, kdy bylo poprvé komerčně použito hydraulické posilovací řízení. Toto ovšem zůstávalo dlouhou řádku let výsadou pouze nákladních automobilů. Nyní je již téměř většina všech používaných silničních vozidel vybavena posilovacím řízením. V současnosti je trendem, díky stále klesající ceně elektroniky a rostoucím požadavkům na bezpečnost, implementovat do řídicích ústrojí elektronické asistenty, které při hrozících kritických situacích dokážou snížit riziko havárie. Tyto požadavky na bezpečnost a lepší ovladatelnost sebou nesou i nutné změny a inovace v používaných systémech řízení silničních vozidel. Právě představení a zhodnocení těchto nových konstrukčních uspořádání řídicích ústrojí silničních vozidel je hlavním cílem mé práce.

Tato práce by měla sloužit všem zájemcům, kteří se o nových systémech řízení a celkově o konstrukci řídicích ústrojí silničních vozidel chtějí dovědět něco bližšího. V první části jsou uvedeny konstrukční a legislativní požadavky, které systémy řízení silničních vozidel musí splňovat, aby mohly být úspěšně použity ve vozidle a homologovány. V následující části jsou popsány konvenční uspořádání řízení silničních vozidel používané dříve a v současnosti. Předposlední část se zabývá novými systémy řízení, které v současné době začínají vytlačovat konvenční systémy. V poslední části práce je zpracováno hodnocení jednotlivých systému na základě dotazníkového průzkumu odborné veřejnosti a experimentu.

2 Legislativní stav

Pro oblast silničních vozidel je legislativní rámec velmi široký. Řízení, jakožto důležitý prvek konstrukce vozidla, mající výrazný vliv na bezpečnost posádky a silničního provozu, musí splňovat veškeré bezpečnostní a homologační požadavky dané zákonem a vyhláškami Parlamentu České republiky.

V roce 1958 byla přijata dle vyhlášky 176/1960 Sb. Dohoda o přijetí jednotných podmínek pro homologaci a o vzájemném uznávání homologace výstroje a součástí motorových vozidel, která byla aktualizována předpisem 42/1996 Sb.

V roce 2001 vzešla v platnost vyhláška 301/2001 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. Ve vyhlášce je mimo jiné uvedeno, že požadavky na konstrukci a stavbu vozidla a jeho celků se řídí předpisy a technickými přílohami vydanými Evropským společenstvím (ES). Pro řízení a jeho části, je to předpis 70/0311 ES, který vychází z předpisu Evropské hospodářské komory (EHK) č. 79R. Vyhláška 301/2001 Sb. nahrazuje dřívější vyhlášku 102/1995 Sb., kde požadavky na řízení silničních vozidel byly uvedeny pod § 32.

Dle zákona č. 56/2001 Sb. státní správu a státní dozor ve věcech podmínek provozu vozidel na pozemních komunikacích vykonávají podle mezinárodních smluv, kterými je Česká republika vázána, ministerstvo, krajské úřady, obecní úřady obcí s rozšířenou působností a Česká obchodní inspekce.

V České republice má kontrolu, zkoušky a homologace systémů řízení v pravomoci Ústav pro výzkum motorových vozidel.

2.1 Požadavky na provoz

Vozidla a soupravy smějí při projíždění kruhové zatáčky o 360° s vnějším obrysovým poloměrem 12,5 m zabírat obrysově nejvýše 7,2 m šířky vozovky. Při nájezdu z přímé jízdy do uvedené zatáčky nesmí žádná část vozidla nebo soupravy přesahovat o více než 0,8 m, u kloubových autobusů, kloubových trolejbusů a souprav trolejbusů se speciálním spojovacím zařízením o více než 1,2 m tečnu vnějšího kruhu zatáčky. Hodnota vnějšího stopového průměru zatáčení jednotlivého vozidla při maximálním natočení řídicích kol vlevo nebo vpravo smí být nejvýše 20 m, přičemž se vychází z doporučené technické normy.

2.2 Požadavky na konstrukci

2.2.1 Všeobecná ustanovení

1. Systém řízení musí zajišťovat snadné a bezpečné ovládání vozidla až do jeho nejvyšší konstrukční rychlosti. V případě přípojného vozidla do jeho technicky přípustné nejvyšší rychlosti. Musí mít tendenci k samostředění a musí splňovat všechny požadavky při zkouškách.
2. Musí být možno jet na přímém úseku silnice nejvyšší konstrukční rychlostí vozidla bez neobvyklých korektur řízení řidičem a bez neobvyklých vibrací v systému řízení. Zároveň musí být synchronizace pohybu a časová synchronizace mezi ovládáním řízení a řízenými koly, s výjimkou pro kola řízená pomocným systémem řízení.
3. Systém řízení musí být konstruován, vyráběn a montován takovým způsobem, že je schopný odolávat namáháním, vznikajícím při normálním provozu vozidla nebo jízdní soupravy. Maximální úhel rejdu nesmí být omezen jakoukoliv částí převodu řízení, pokud není přímo se zřetelem k tomuto účelu konstruován.
4. Pokud není stanoveno jinak, pro účely tohoto Předpisu se předpokládá, že v systému řízení zároveň nemůže nastat více než jedna porucha. Přitom dvě nápravy na pohyblivém podvozku s pomocným rámem, s tímž středem, okolo něhož se obě nápravy natáčejí, se posuzují jako jedna náprava.
5. Zastaví-li se motor nebo část systému řízení selže, systém řízení musí nadále splňovat podmínky a dané ovládací síly a odpovídat poloměru zatáčení i s poruchou u automobilů a u přípojných vozidel.
6. Řízená kola, ovládací orgán řízení a všechny mechanické části převodu řízení nejsou považovány za náchylné k poruše, pokud jsou bohatě dimenzovány, jsou snadno přístupné pro údržbu a mají bezpečnostní rysy přinejmenším takové, jako jsou předepsány pro jiné hlavní části vozidla (jako brzdový systém). Pokud by porucha některé z těchto částí mohla způsobit ztrátu ovládání vozidla, musí být tato část vyrobena z kovu nebo z materiálu s rovnocennými vlastnostmi a nesmí se znatelně deformovat při normální činnosti systému řízení.
7. Jakákoliv porucha v převodu jiná než čistě mechanická musí zřetelně upoutat pozornost řidiče vozidla. U automobilů se zvýšení ovládací síly považuje za výstražný signál. U přípojného vozidla je dovolen mechanický indikátor. Když nastane porucha, je přípustná změna průměrného poměru převodu řízení, není-li překročena ovládací síla (Tabulka 1).

Tabulka 1: Požadavky na ovládací sílu řízení

Kategorie vozidla	Neporušený systém			S poruchou		
	Maximální ovládací síla (N)	Doba (s)	Poloměr zatáčení (m)	Maximální ovládací síla (N)	Doba (s)	Poloměr zatáčení (m)
M ₁	150	4	12	300	4	20
M ₂	150	4	12	300	4	20
M ₃ *	200	4	12	450	6	20
N ₁	200	4	12	300	4	20
N ₂	250	4	12	400	4	20
N ₃ *	200	4	12	450	6	20

* U vozidel M₃ a N₃ plný rejď pokud nelze dosáhnout poloměru 12 m

2.2.2 Speciální ustanovení

Ovládací orgán řízení:

1. Ovládá-li ovládací orgán řízení přímo řidič, musí být snadno ovladatelný. Směr působení na ovládací orgán řízení musí souhlasit se zamýšlenou změnou směru vozidla.
2. S výjimkou pro pomocný systém řízení, musí být plynulý a monotónní vztah mezi úhlem natočení ovládacího orgánu a úhlem rejdu.

Převod řízení:

1. Zařízení pro seřízení geometrie řízení musí být takové, aby se po seřízení zajistilo spojení mezi seřiditelnými komponenty vhodnými zajišťovacími zařízeními.
2. Převod řízení, který může být rozpojen, aby obsáhl různé konfigurace vozidla (např. u prodloužitelných návěsů), musí mít zajišťovací zařízení, která zajišťují správnou polohu komponentů. U automatického zajištění musí být přídavná bezpečnostní pojistka, ovládaná ručně.

Řízená kola:

1. Zadní kola nesmějí být jedinými řízenými koly. Tento požadavek se nevztahuje na návěsy.
2. Přívěsy, které mají více než jednu nápravu s řízenými koly a návěsy, které mají alespoň jednu nápravu s řízenými koly, musí splňovat ustanovení o zkouškách pro přípojná vozidla. Avšak pro přípojná vozidla se samorejdovacím systémem není nutno vykonat zkoušku, pokud poměr zatížení náprav mezi neřízenými

a samorejdovacími nápravami je roven nebo přesahuje 1,6 za všech stavů naložení vozidla.

Přívod energie:

1. Týž zdroj energie se smí užít pro systém řízení a pro brzdové zařízení. Avšak v případě poruchy buď přívodu energie, nebo poruchy v jednom z obou systémů musí splňovat požadavky ovládacích sil řízení u automobilů s poruchou v systému (Tabulka 1).
2. Nastane-li porucha zdroje energie, nesmí účinek brzdění klesnout pod předepsaný účinek provozní brzdění (Tabulka 2) při prvním použití brzd.

Tabulka 2: Účinek provozního brzdění při prvním použití brzdy

Kategorie vozidla	V (km.h⁻¹)	Zpomalení (m.s⁻²)	Síla F (N)
M1	80	5,8	500
M2 a M3	60	5,0	700
N1	80	5,0	700
N2 a N3	60	5,0	700

3. Jestliže kapalina v zásobní nádrži klesne na úroveň, která může vést ke zvýšení ovládací síly potřebné pro řízení nebo brzdění, musí být dán řidiči akustický nebo optický výstražný signál. Tato výstraha může být kombinována se zařízením, určeným pro výstrahu při poruše brzdy. Neporušený stav žárovky musí být řidičem snadno ověřitelný.
4. Tentýž zdroj energie se smí užít k napájení systému řízení a systémů jiných než brzdové zařízení, jestliže hladina kapaliny klesne v zásobní nádrži na úroveň, při které může dojít ke zvýšení ovládací síly řízení, je dán řidiči akustický nebo optický signál. Neporušený stav žárovky musí být řidičem snadno ověřitelný.
5. Výstražná zařízení musí být přímo a trvale zapojena do okruhu. Když motor běží za normálních provozních podmínek a nejsou žádné závady v systému řízení, nesmí výstražné zařízení vydat signál s výjimkou doby, potřebné pro naplnění zásobníku energie po nastartování motoru.

2.3 Zkoušky systémů řízení

2.3.1 Všeobecná ustanovení

Zkouška se vykoná na rovném povrchu s dobrou adhezí. Vozidlo je naloženo na svou maximální technicky přípustnou hmotnost a na své maximální technicky přípustné zatížení na řízenou nápravu (nápravy). U náprav opatřených pomocným mechanismem řízení se tato zkouška opakuje s vozidlem naloženým na jeho maximální technicky přípustnou hmotnost a náprava opatřená pomocným mechanismem řízení je zatížena na maximální hodnotu pro ni přípustnou.

Než zkouška začne, musí být pneumatiky nahuštěny, jak je předepsáno výrobcem pro maximální zatížení.

2.3.2 Ustanovení pro motorová vozidla

1. Musí být možno vyjet z oblouku s poloměrem 50 m po tečně, bez neobvyklých vibrací v mechanismu řízení a to i s poruchou v mechanismu řízení, při těchto rychlostech:
 - a. vozidla kategorie M₁: 50 km/h,
 - b. vozidla kategorií M₂, M₃, N₁, N₂ a N₃: 40 km/h,
2. Nebo nejvyšší konstrukční rychlost, je-li nižší než výše uvedené rychlosti.
3. Když vozidlo jede po kružnici se svými řízenými koly přibližně v polovině plného úhlu rejdu kol při konstantní rychlosti alespoň 10 km/h, musí zůstat kruh otáčení vozidla tentýž nebo se zvětšit, je-li ovládací orgán řízení uvolněn.
4. Při měření ovládací síly se neberou v úvahu síly s trváním kratším než 0,2 sekundy.

Měření ovládacích sil řízení u motorových vozidel s neporušeným mechanismem řízení:

Vozidlo najíždí z přímého směru dopředu do spirály rychlostí 10 km.h⁻¹. Ovládací síla řízení se měří na jmenovitém poloměru ovládacího orgánu řízení, až poloha ovládacího orgánu řízení odpovídá poloměru zatáčení uvedenému tabulce 1, stejně jako nejvýše přípustná doba řízení a nejvýše přípustná ovládací síla řízení. Jedno natočení řízených kol se vykoná napravo a druhé nalevo.

Měření ovládacích sil řízení u motorových vozidel s poruchou mechanismu řízení:

Zkouška se provádí stejně, jako pro mechanismus řízení bez poruchy. Ovládací síla řízení se měří, dokud poloha ovládacího orgánu řízení neodpovídá poloměru zatáčení

uvedenému v tabulce 1 pro jednotlivé kategorie vozidla s poruchou v mechanismu řízení.

2.3.3 Ustanovení pro přípojná vozidla

1. Přípojně vozidlo se musí pohybovat bez nadměrného vybočování nebo neobvyklých vibrací v mechanismu řízení, když se tažné vozidlo pohybuje v přímce na rovné a vodorovné silnici rychlostí 80 km/h nebo při technicky přípustné nejvyšší rychlosti udané výrobcem přípojného vozidla, je-li nižší než 80 km/h.
2. S tažným vozidlem a přípojným vozidlem, která nabyly ustáleného stavu, při němž přední vnější okraj tažného vozidla se zatačí podle kružnice o poloměru 25 m při konstantní rychlosti 5 km/h, se změní kružnice opsaná zadním vnějším okrajem přípojného vozidla. Tento manévř se opakuje za týchž podmínek, avšak při rychlosti (25 ± 1) km/h. Při těchto manévřech se nejzadnější vnější okraj přípojného vozidla, které se pohybuje rychlostí (25 ± 1) km/h, nesmí pohybovat vně kružnice opsané při konstantní rychlosti 5 km/h o více než 0,7 m.
3. Žádná část přípojného vozidla se nesmí pohybovat o více než 0,5 m za tečnou ke kružnici s poloměrem 25 m, je-li taženo vozidlem opouštějícím kruhovou dráhu popsanou o poloměru 25 m ve směru tečny a jede rychlostí 25 km/h. Tento požadavek musí být splněn od bodu, kde se tečna dotýká kružnice, až k bodu odtud vzdálenému 40 m na tečně. Zkoušky se vykonají s jedním natočením řízení vpravo a s jedním natočením řízení vlevo.

2.4 Homologace

Znamená homologaci typu vozidla z hlediska jeho systému řízení. Homologaci předchází žádost o homologaci části řízení.

2.4.1 Žádost o homologaci

1. Žádost o homologaci typu vozidla z hlediska systému řízení předkládá výrobce vozidla nebo jím řádně pověřený zástupce.
2. K žádosti se připojí dále uvedené dokumenty ve trojím vyhotovení a s následujícími podrobnostmi:
 - a. Popisem typu vozidla se zřetelem ke kategorii vozidla, nelišící se z hlediska určení typu vozidla nebo variant, které mohou ovlivnit jeho řízení. Typ vozidla musí být specifikován.

- b. Schématem systému řízení jakožto celku, s uvedením umístění různých zařízení ovlivňujících řízení ve vozidle.
3. Vozidlo, představující typ vozidla určeného k homologaci, musí být přistaveno pověřené homologační zkušebně.
4. Dříve, než udělí homologaci, ověří příslušný orgán, zda existují dostačující opatření k zabezpečení účinného řízení shodnosti výroby.

2.4.2 Homologace

1. Dříve, než udělí homologaci, ověří příslušný orgán, zda existují dostačující opatření k zabezpečení účinného řízení shodnosti výroby.
2. Jestliže vozidlo dodané k homologaci splňuje požadavky na konstrukci a kladně proběhnou ustanovené zkoušky, udělí se pro tento typ vozidla homologace z hlediska systému řízení.
3. Každému homologovanému typu se přidělí homologační číslo. Jeho první dvě číslice udávají sérii změn, které včleňují nejposlednější závažné technické změny předpisu v době vydání homologace. Táž smluvní strana nesmí přidělit totéž číslo jinému typu vozidla nebo témuž typu vozidla opatřenému systémem řízení odlišným od systému, popsaného v dokumentech vyžadovaných při žádosti o homologaci, s přihlédnutím k provedeným zkouškám.
4. Zpráva o homologaci nebo o odmítnutí nebo o rozšíření nebo o odejmutí homologace dle tohoto Předpisu nebo o ukončení výroby typu vozidla se na formuláři dle daného vzoru dle Předpisu zašle stranám Dohody z r. 1958, které aplikují Předpis.



Obrázek 1: Mezinárodní homologační značka

5. Na každém vozidle, shodném s typem vozidla homologovaným podle Předpisu, se vyznačí nápadně a na snadno přístupném místě, uvedeném ve zprávě o homologaci, mezinárodní homologační značka (Obrázek 1). Ta se skládá z kružnice, ve které je písmeno „E“, následované rozlišovacím číslem státu, který udělil homologaci. Česká republika má přiděleno číslo 8.

Za kružnicí následuje číslo předpisu a písmeno „R“, pomlčka a homologační číslo.

6. Odpovídá-li vozidlo homologovanému typu dle jednoho nebo více dalších předpisů, připojených k dohodě, a byla-li homologace udělena stejným státem, který udělil homologaci i dle tohoto předpisu, není třeba symbol dle odstavce opakovat. Čísla předpisů a homologací a doplňkové symboly dle všech předpisů, dle kterých byla homologace udělena státem, který udělil homologaci i dle tohoto předpisu, se v takovém případě uvedou ve svislém sloupci vpravo od symbolu „E“. Homologační značka musí být zřetelně čitelná a nesmazatelná. Umisťuje se v blízkosti štítku, kterým výrobce opatřuje vozidlo a na němž jsou uvedena hlavní data vozidla, nebo se umístí na tento štítek.

2.4.3 Změny, rozšíření a odebrání homologace typu vozidla

Každá změna typu vozidla se musí oznámit orgánu státní správy, který udělil homologaci. Tento pak rozhodne, zda nemá změna hodnotitelný nepříznivý vliv, a že v každém případě plní požadavky. Nebo si vyžádá od pověřené homologační zkušebny nový zkušební protokol. Příslušný orgán, který udělí potvrzení rozšíření nebo odmítnutí homologace, přidělí zprávě pořadové číslo a informuje o tom ostatní strany dohody o společných homologačních předpisech.

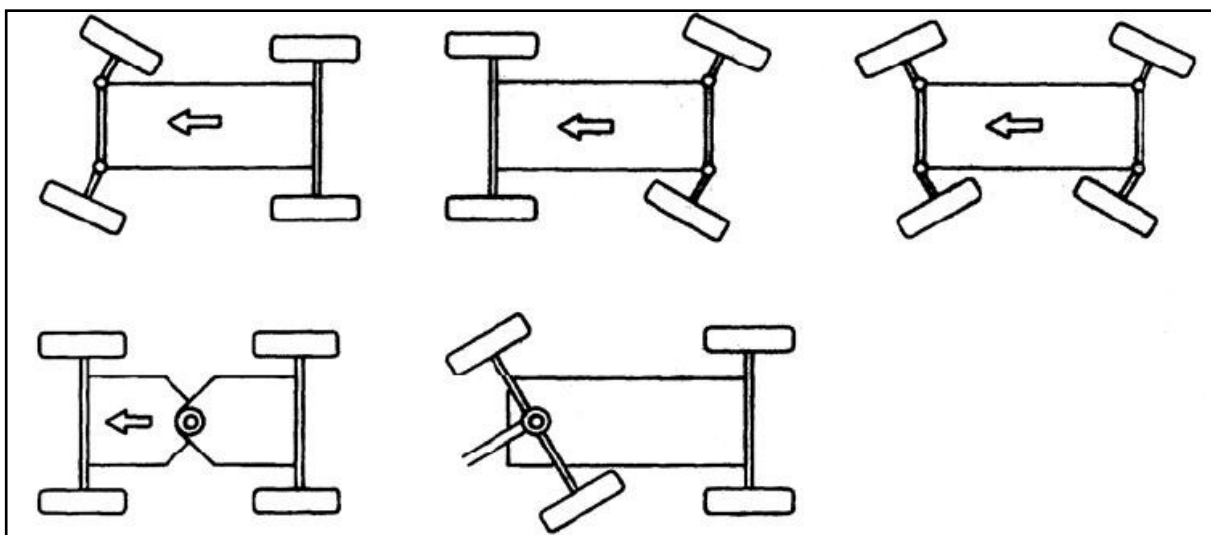
Nejsou-li splněny požadavky na shodnost výroby, nebo pokud vozidlo tohoto typu nevyhovělo při zkouškách, může se odejmout homologace udělená pro typ vozidla dle předpisu. Pokud držitel homologace zcela ukončí výrobu typu homologovaného vozidla, musí o tom informovat orgán, který udělil homologaci. Tento o této skutečnosti informuje ostatní strany dohody, které aplikovaly tento předpis.

3 Přehled současného stavu

Řízení jako takové slouží k udržování nebo ke změně směru jízdy vozidla. V současné době se používá několik konstrukčních uspořádání. Tyto jsou rozdílné zejména kategorií a použitím vozidla. Směrové řízení vozidla se děje natáčením kol přední nebo zadní nápravy, nebo natáčením kol obou náprav a to v opačném smyslu nebo stejném smyslu (Obrázek 2). Zvláštní případ směrového řízení je řízení v otočném kloubu, užívané u stavebních a zemních strojů. U motorových vozidel se používá řízení s rejdovými čepy.

Podle způsobu ovládání pak rozlišujeme:

- řízení přímé, ovládané jen silou řidiče;
- řízení s posilovacím zařízením (servořízení), kdy pohyb volantu je ovládán posilovačem, který pak řídí kola



Obrázek 2: Schéma konstrukčního uspořádání řízení

3.1 Řízení přední nápravy

Ke změně otáčivého pohybu volantu na řídicí pohyb (natáčení) předních kol slouží převodovky řízení. Tyto zajišťují kromě změny otáčení ještě nutný převod. Převodovky řízení lze rozdělit na převodovky s otočným pohybem a převodovky s posuvným pohybem.

3.1.1 Řídicí ústrojí pro tuhé nápravy

K řízení kol na tuhých nápravách se používá výhradně řídicí ústrojí s převodovkou s otočným pohybem. Převodovky řízení s otočným pohybem umožňují přenos velkých sil a mají menší citlivost na rázy. U mechanismů s převodovkou řízení s otočným pohybem rozeznáváme protiběžné provedení a stejnoběžné provedení. Protiběžné je to

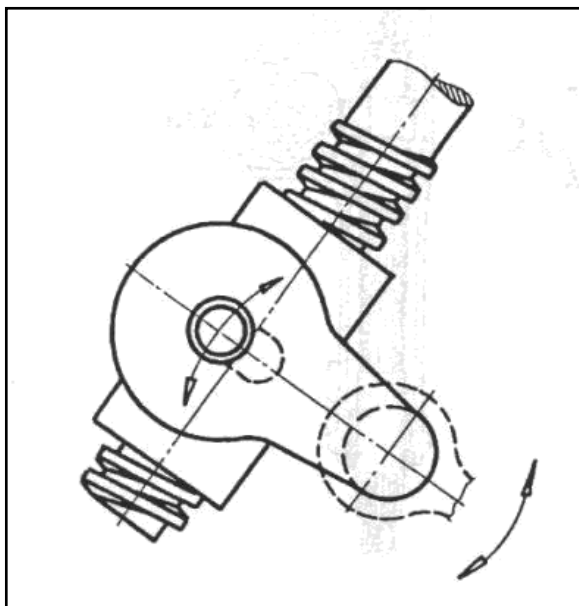
tehdy, je-li smysl natáčení řídicí páky opačný než hlavní páky řízení. U stejnoběžného se pak hlavní páka řízení a řídicí páka natáčí ve stejném smyslu.

Tuhé přední nápravy se dnes používají pouze u nákladních automobilů a vozidel do těžkého terénu. Mají lichoběžník řízení s jedinou (nedělenou) spojovací tyčí. Spojovací tyč spojuje levou a pravou řídicí páku. Toto platí nezávisle na tom, zda je náprava poháněná či nikoliv. Na uspořádání nemá vliv typ převodovky řízení ani použití posilovacího zařízení.

3.1.1.1 Maticové řízení

Otáčivý pohyb volantu se přenáší na rejdové ústrojí pomocí převodky řízení a hlavní páky řízení. Převodka řízení zabezpečuje převod mezi otáčivým pohybem hřídele volantu a otáčivým pohybem hřídele hlavní páky řízení.

Spodní konec hřídele volantu (včetně řízení) má šroubovitý tvar a je na něm posuvně uložena matice (Obrázek 3). Matice je zajištěna proti otáčení. Při natáčení volantu koná matice posuvný pohyb, který je přenášen na hlavní páku řízení, která je otočně uložena. Translační pohyb matice je změněn na rotační pohyb hlavní páky řízení. Matice je buď ocelová vylitá kompozicí, nebo je bronzová. Nese na sobě čep, který zasahuje do otvoru v hlavní páce řízení. Tento typ řídicího ústrojí se používá dnes vzhledem k vysokému tření jen pro pomalu jedoucí vozidla, zejména traktory.



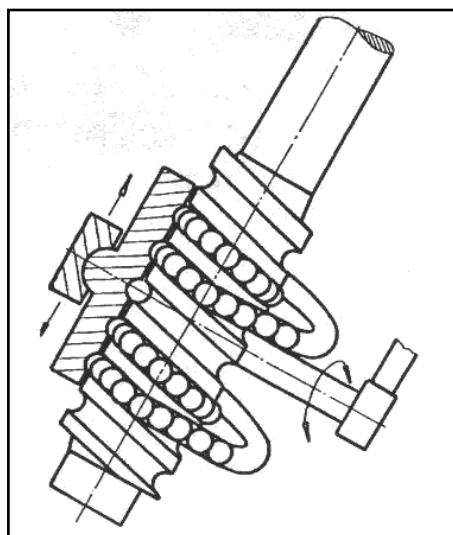
Obrázek 3: Převod šroubem a maticí

3.1.1.2 Maticové kuličkové řízení

Otáčivý pohyb volantu se přenáší na rejdové ústrojí pomocí převodky řízení a hlavní páky řízení. Převodka řízení zabezpečuje převod mezi otáčivým pohybem hřídele volantu a otáčivým pohybem hřídele hlavní páky řízení.

Tření mezi šroubem a maticí je vlivem valivých kuliček podstatně redukováno. Na konci hřídele volantu je závit, ve kterém obíhají kuličky, které při otáčení volantu jsou unášeny maticí řízení (Obrázek 4). Zpětné vedení (podle smyslu otáčení) nahoru nebo dolů ze závitu vystupujících kuliček je zajištěno trubkou. Matice má na jedné straně ozubení, kterým zabírá do segmentu spojeným s hlavní pákou řízení.

Tento typ převodovky se v současné době používá jak pro osobní automobily (vyšších tříd), tak pro lehčí nákladní automobily bez posilovače řízení (maximální zatížení přední nápravy 3,5t).



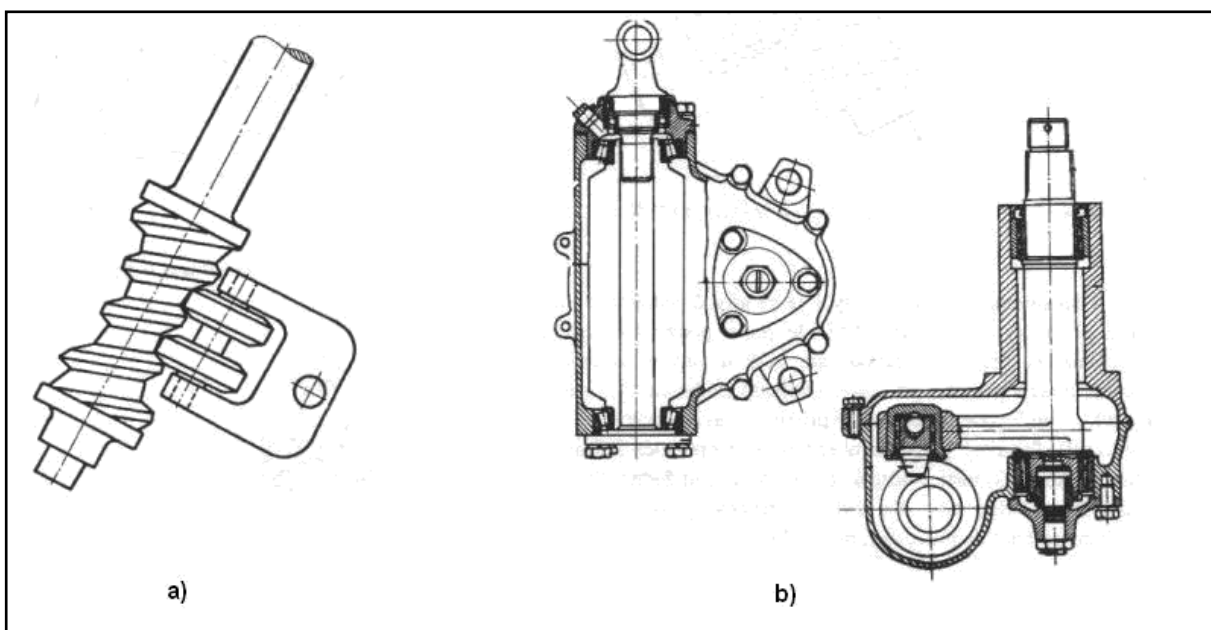
Obrázek 4: Převod šroubem a maticí s oběžnými kuličkami

3.1.1.3 Šnekové řízení

Šnekové řízení má převod šnekem a šnekovým kolem (popř. segmentem) nebo šnekem s kolíkem, popř. šnekem a kladkou. Je charakteristické lehkostí chodu, velkým rejdem a malými vnějšími rozměry. K rejdovému ústrojí patří spojovací tyč (spojuje hlavní a pomocnou páku řízení), pomocná páka řízení a stavitelné boční řídící tyče. Ty přenášejí impuls od hlavní a pomocné páky řízení na řídící páky, které natáčejí čepy kol a tím i kola.

Šnekové zařízení má na konci hřídele volantu šnek. U dnes již nepoužívaných provedení byl převod zajištěn segmentem šnekového kola otočně uloženým na čepu a spojeným s hlavní pákou řízení. Tento typ převodky řízení měl velké tření, což vedlo

k používání šnekového řízení s kolíkem. Šnek je jednochodý s velkým stoupáním a je ukončen ve válcové ploše šneku, aby kolík nemohl vyběhnout ze závitu. Kolík má tvar komolého kužele a je uložen na jehlách čepu. Čep je vetknut do raménka hřídele řízení, na jehož opačném konci je hlavní páka řízení. Toto uspořádání umožňuje velký převod, a proto i poměrně malou sílu na volantu. Pro těžká nákladní vozidla se používá také šnekový převod se dvěma kolíky.



Obrázek 5: a) převod šnekem a kladkou, b) převodovka šnekového řízení s kolíkem automobilu Tatra 815

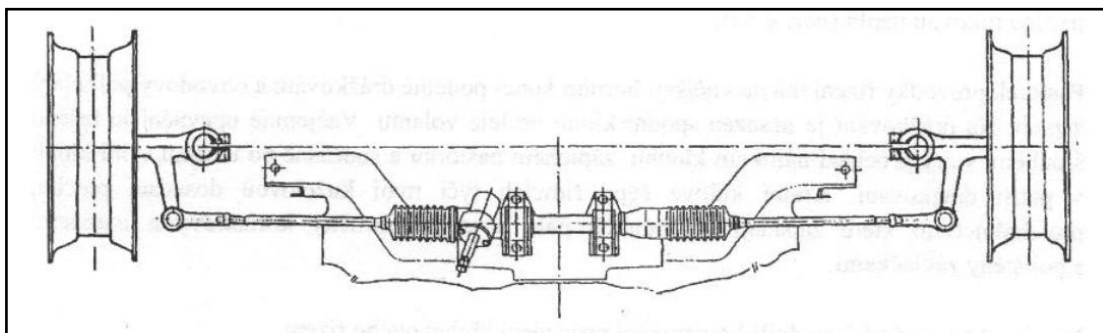
Menší tření, než kolíkové šnekové řízení, má převod šnekem s kladkou. Kladka je poměrně nízká, odpovídá jednomu nebo půldruhému dvouchodému závitu a otáčí se na malém rameni. Tomu je přizpůsoben tvar šneku. Šnek není válcový, ale dovnitř vydutý, aby odpovídal oblouku dráhy kladky. Kladka se při řízení po šneku odvaluje. Vidlice, v níž je kladka vestavena, pohybuje hřídelem řízení a ten zase hlavní pákou řízení. Šnek je obvykle uložen na kuželíkových ložiskách a kladka na jehlových.

3.1.2 Řídící ústrojí pro nápravy s nezávislým zavěšením

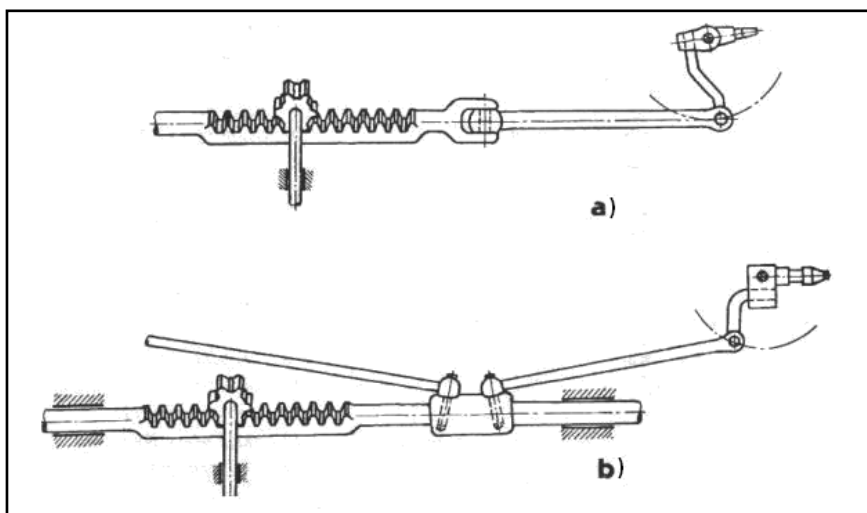
Pro přední nápravu s nezávislým zavěšením kol vyžadují převodky řízení s otočným pohybem hlavní páky řízení, pomocnou páku řízení a spojovací tyč. V porovnání s hřebenovým řízením jsou tyto systémy dražší. Proto se používá zejména převodovka řízení s posuvným pohybem (hřebenové řízení). Řídící ústrojí pro nápravy s nezávislým zavěšením mohou být umístěny za osou nápravy.

Mechanismy řízení s hřebenovou převodovkou mají z kinematického hlediska „řídící trojúhelník“. Řídící tyče mohou být připojeny ke konci hřebene nebo k jeho

středu. Hřebenové řízení (převod řízení s pastorkem a ozubenou tyčí) je relativně jednoduchým, prostorově nenáročným provedením převodovky řízení. Je proto používán téměř u všech osobních automobilů s poháněnou přední nápravou, ale také u jiných osobních automobilů. Pastorek na spodním konci hřídele posouvá při otáčení volnou ozubenou tyč, která má obvykle kruhový průřez. Oba prvky jsou k sobě přitlačovány pružinou, takže opotřebení je stále korigováno (nevzniká vůle v řízení). Posuvný pohyb ozubené tyče je převáděn řídicími tyčemi na řídicí páky kol. Vzhledem ke kompaktnosti konstrukce, u které nejsou žádné dlouhé tyče namáhány na ohyb, je hřebenové řízení velmi tuhé. Na konci převodovky jsou navlečeny pryžové manžety, které zabraňují vnikání nečistot do převodovky (Obrázek 7).



Obrázek 6: Hřebenové řídicí ústrojí vozidla Škoda Felicia



Obrázek 7: Dva principy hřebenového řízení: a) uložení řídicích tyčí na koncích ozubené tyče, b) uložení řídicích tyčí na ozubené tyči poblíž podélné osy vozidla

3.2 Řízení všemi koly

Řízení všemi koly je dost používané u vícenápravových terénních automobilů, rozměrných a těžkých vozidel, stavebních strojů. V poslední době se začíná rozšiřovat řízení všemi koly také u osobních automobilů.

Podle směru natáčení kol rozeznáváme dva druhy řízení všemi koly:

- a) Souhlasné, kdy zadní kola jsou natáčena ve stejném smyslu jako přední kola, tím se zlepšuje dynamická řiditelnost (změna jízdního pruhu, předjíždění, zatáčení velkou rychlostí).
- b) Nesouhlasné, kdy zadní kola jsou natáčena v opačném smyslu než přední kola. Tím je usnadněno manévrování vozidla při nižších rychlostech, kdy se vozidlo může otáčet na menším poloměru. (parkování).

Moderní zadní nápravy osobních automobilů umožňují vlivem elastokinetického řízení, souhlasné řízení. Zadní kola se vlivem změny svislého zatížení kol (klopení) natáčí ve stejném smyslu jako přední kola. Toto natočení zadních kol je ovšem velmi malé, nezávisí na vůli řidiče. Nevýhodou tohoto tzv. pasivního řídicího systému je, že působí i při jízdě v přímém směru, najede-li vozidlo jedním kolem nápravy na nerovnost (zhoršení směrové stability).

Nová generace aktivních řídicích systémů rozlišuje potřebu řízení zadních kol kvůli směrové stabilitě, od potřeby řízení zadní nápravy při pomalém zatáčení. Aktivní systém tedy znamená, že zadní kola mohou být natáčena jak souhlasně tak nesouhlasně.

Aktivní systémy (označované jako 4WS, AWS) jsou technicky velmi nákladné. Zadní kola musí být otočně uložena, aby se mohla natáčet a pro jejich natáčení musí být zajištěny potřebné řídicí síly (samostatnou převodovkou řízení nebo přidavným hydraulickým zařízením).

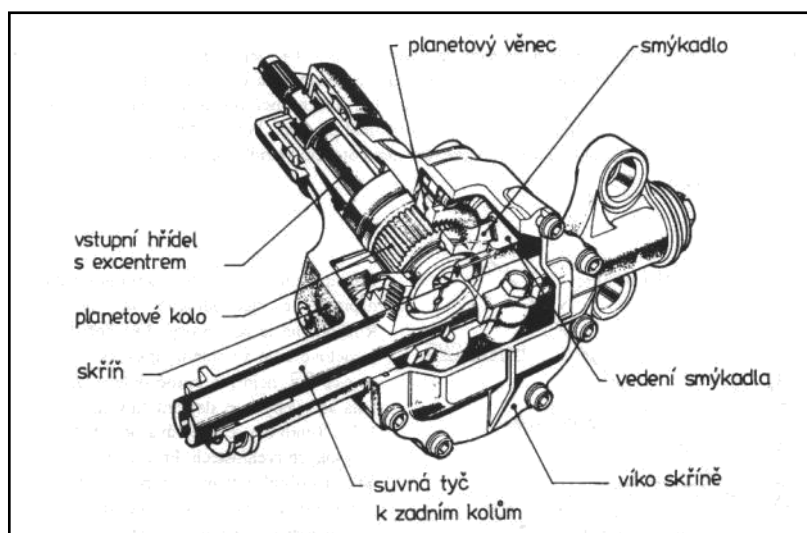
3.2.1 Systém HICAS

Systém „HICAS“ (High Capacity Actively Controlled Suspension) má dva hydraulické válce, které při vysokých rychlostech působí na uložení kyvadlové úhlové nápravy (vnější ložiska) a natáčí zadní kola ve stejném smyslu, jak jsou natáčena kola přední. Natočení zadních kol je $\pm 0,5^\circ$. Povel k vychýlení zadních kol dává čidlo příčného zrychlení (při 0,5g) bez ohledu na natáčení volantu. Při malých rychlostech další hydraulický válec natáčí zadní kola nesouhlasně k předním (max. 7°). S tímto systémem přišla automobilka Nissan, když jej v roce 1986 použila u vozu Nissan Skyline GTS. Tento systém pak převzalo několik automobilek.

Systém HICAS je velmi nákladný, a proto byly vyvinuty jednodušší způsoby řízení zadní nápravy mechanickou převodovkou řízení a řídicími tyčemi. Propojení převodovky řízení přední nápravy se zadní, a tedy závislost na otáčení volantu, se potom děje mechanickým způsobem.

3.2.2 Systém Honda 4WS

Systém řízení všemi koly Honda 4 WS má mechanicky propojeny převodovky řízení přední a zadní nápravy. Přední převodovka řízení je kloubovým spojovacím hřídelem propojena se zadní převodovkou řízení. Ze zadní převodovky řízení vedou řídicí tyče k zadním kolům. Zadní převodovka řízení určuje, kdy a jakým směrem a jak silně mají být zadní kola řízena. Konstrukce zadní převodovky, přesto, že plní několik úloh je poměrně jednoduchá. Dva excentry, jeden planetový věnec s planetovým kolem a smýkadlo (Obrázek 8).



Obrázek 8: Konstrukce převodovky řízení zadní nápravy

3.3 Posilovače řízení

Motorová vozidla s velkým zatížením přední nápravy (3,5t) musí mít podle zákonných požadavků posilovací zařízení (servořízení). Při selhání tohoto zařízení musí být možnost řídit vozidlo svalovou silou řidiče (max. 600 N).

Posilovač řízení (hydraulické servořízení) podstatně snižuje sílu k řízení těžkých nákladních automobilů, ale i jiných vozidel. Zbavuje řidiče namáhavé fyzické práce a snižuje jeho únavu. Zvyšuje bezpečnost vedení vozidla v případě náhlého defektu pneumatiky nebo při najetí na překážku a tlumí rázy přenášené od řízení kol na volant.

Servořízení může být uspořádané některých z následujících způsobů:

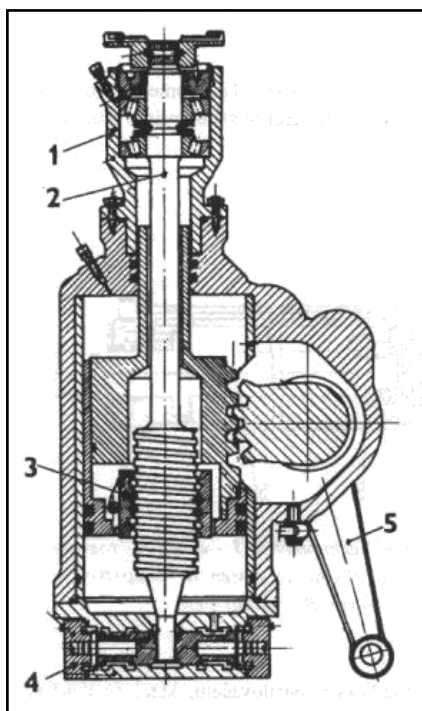
- a) ovládací ventil a pracovní válec tvoří společný blok s převodovkou řízení (monoblokové servořízení);
- b) ovládací ventil tvoří společný blok s převodovkou řízení a pracovní válec je samostatný;
- c) ovládací ventil tvoří společný blok s pracovním válcem, odděleným od převodovky řízení;
- d) pracovní válec tvoří společný blok s převodovkou řízení, ovládací ventil je samostatný;
- e) ovládací ventil, pracovní válec i převodovka řízení jsou samostatné.

Ovládací ventil (rozvaděč) řídí přívod a odvod pracovní látky (většinou olej, méně používaný je tlakový vzduch) do pracovního válce a z pracovního válce. Pracovní (posilovací) válec má pístnici, která je spojena s mechanismem řízení a přenáší do něho přídatnou sílu. Pro posilovač řízení musí být k dispozici zdroj a zásobník energie (hydraulické zubové čerpadlo, tlakový akumulátor nebo kompresor a vzduchojem).

3.3.1 Posilovač pro převodovky řízení s otočným pohybem

V současné době nejvíce používaný typ servořízení pro nákladní automobily a autobusy. Vlastní servořízení má monoblokové uspořádání. Zubové čerpadlo je poháněno spalovacím motorem (ze skříně rozvodů) a při běhu motoru nasává pracovní kapalinu a dodává ji tlakovou větví do servořízení. Z něho se pak kapalina vrací odpadní větví do nádrže. Vřeteno se šroubem a maticí s oběhem kuliček mění otáčivý pohyb volantu na přímočarý pohyb matice, která unáší píst. Na vnější straně tělesa pístu je hřebenové ozubení, do kterého zabírá ozubený segment hřídele řízení. Ozubený převod mění přímočarý pohyb pístu na otáčivý pohyb hřídele řízení a tím dochází k vykyvování hlavní páky řízení spojené s táhlem řízení. V tělese rozvaděče je přesně zalícováno válcové šoupátko. Těleso rozvaděče zároveň slouží jako spodní dno servořízení. Šoupátkový rozvaděč rozvádí a reguluje tlak i množství oleje od hydraulického čerpadla do jedné nebo do druhé pracovní komory dvojčinného hydraulického motoru. Přestavení šoupátka na jednu nebo druhou stranu od střední polohy je prováděno válcovým koncem vřetena, zasahujícím do otvoru v šoupátku. K přestavení je užito průhybu vřetene při otáčení volantem. Při zrušení síly na volant je

šoupátko vráceno do střední polohy pružinami. Při přímé jízdě je šoupátko rozvodu ve střední poloze a pracovní kapalina volně proudí od čerpadla přes šoupátkový rozvod zpět do nádrže. Konstrukční uspořádání je vidět na obrázku 9.



Obrázek 9: Hydraulické monoblokové servořízení

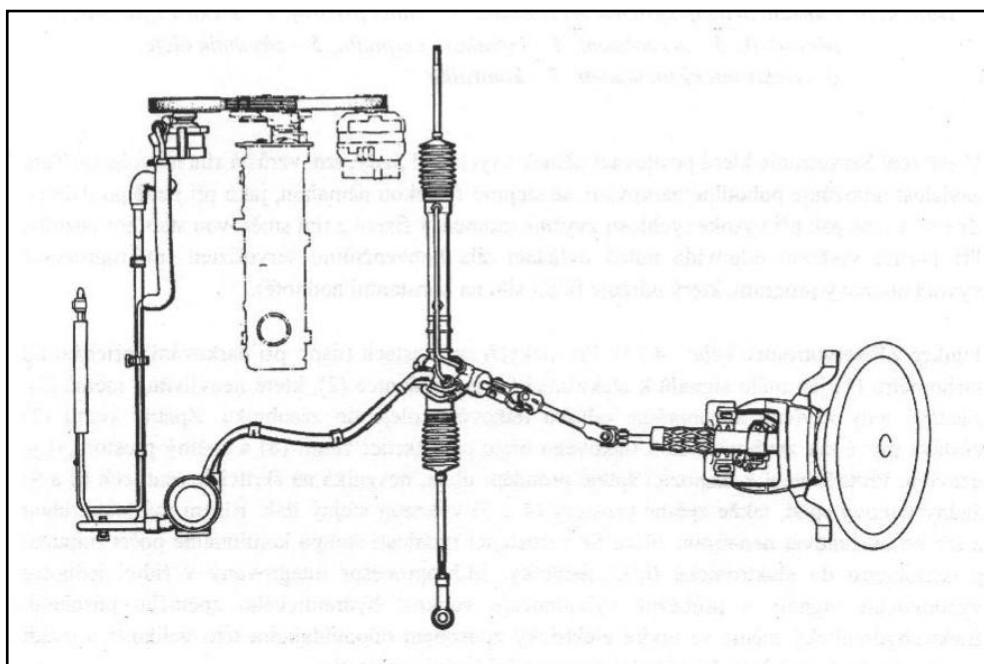
3.3.2 Posilovač pro hřebenové řízení

Posilovací účinek je u řízení progresivní a závisí na krouticím momentu torzního prvku na pastorku řízení. Čím je síla potřebná k pootočení volantu větší, tím je větší zkroucení torzního členu, a čím je větší tato pružná deformace, tím větší je posilovací účinek.

Princip posilovače řízení tkví v přepouštění tlakového oleje na levou či pravou stranu pístu, který je spojen s ozubenou tyčí řízení (hřebenem)- Tlakový olej, který propustí soustavou radiálních a axiálních kanálků – drážek – otvory otevírané nakroucením torzního členu řízení. Rozdělovač a dávkovač tlakového oleje je velmi přesný systém uložený ve skříni řízení v oblasti pastorku. Odtud je tlakový olej veden vysokotlakými potrubími do pracovního válce vytvořeného v dutině horizontální části řízení. Středem válce prochází pístnice, přecházející na levé straně v ozubenou tyč řízení. Pístnice má uprostřed píst, který je úzký a dobře utěsněný do funkční válcové plochy pracovního válce. Po stranách je pístnice vedena kluznými ložisky a je rovněž dobře utěsněná. Na vyčnívajících koncích tyče jsou vodorovné kulové klouby s postranními tyčemi řízení.

Kromě vlastního řízení patří k soustavě i samostatné tlakové olejové čerpadlo a vyrovnávací nádobka na olej. Spojení mezi čerpadlem a řízením je řešeno dvěma potrubími, která jsou kombinací ocelových trubek a vysokotlakých hadic. Spojení mezi vyrovnávací nádobkou a čerpadlem, tedy potrubí sací a potrubí vratné (mezi nádobkou a řízením), jsou potrubí nízkotlaká. Čerpadlo oleje pro posilovač řízení je tzv. křídlové. V principu je to dutina s oválným průřezem, ve které se otáčí hřídel s několika axiálně uloženými odpruženými těsnícími lištami. Při otáčení se mění objem komor vytvořených vždy dvěma sousedními lištami a úsečí funkční plochy dutiny. Tím je olej při rotaci hřídele na jedné straně nasáván a na straně druhé vytlačován. Čerpadlo je poháněno vícedrážkovým řemenem společně s alternátorem, případně i kompresorem klimatizace, od vnější řemenice klikového hřídele.

Řízení s posilovačem funguje i při vypnutém motoru. Potom ovšem síla nutná k otáčení volantem je značně vyšší, neboť posilovač je mimo provoz.



Obrázek 10: Hřebenové řízení vozidla Opel Corsa s posilovačem

Některé osobní automobily používají řídicí systém Servotronic, u kterého je posilovací účinek závislý na rychlosti jízdy. Přímý hydraulický zpětný účinek umožňuje bezprostřední kontakt s vozovkou. Tlak kapaliny působí zpětně na řídicí ventily, takže s rostoucím tlakem vzrůstá síla na volantu. Ventil je při parkování uzavřen a při vysokých rychlostech otevřen.

4 Nová řešení řídicích ústrojí

Současným trendem je vzrůstající tendence používání elektronických systému, které ovlivňují řízení silničního vozidla. Vzniká celá řada bezpečnostních podpůrných systémů, které dokážou v určitých okamžicích ovlivnit řízení vozidla bez zásahu lidského faktoru. Některé automobilky se také vrací u svých nových modelů k myšlence použití řízení všemi koly. Co se týče samotné konstrukce řídicího ústrojí, je současným trendem většiny automobilek používání monoblokového systému, který je menší a jednodušší. V celém systému je pak umístěno množství čidel a snímačů, které vyhodnocují množství faktorů a rozhodují, zda zasáhnout elektronicky do řízení vozidla.

4.1 Elektromechanické řízení

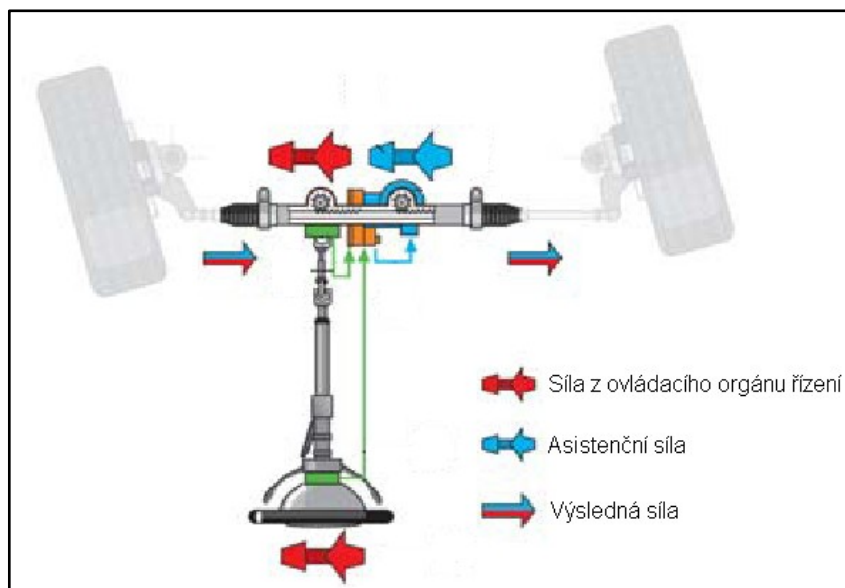
Používá se u hřebenového uspořádání řízení a konstrukčně je mu velice podobné. Posilovací člen řízení je poháněn elektromotorem a přenos síly poháněcího členu je pak obstarán mechanickým systémem. Toto konstrukční upořádání se používá u většiny nově vyráběných osobních automobilů.

4.1.1 Konstrukční provedení

Elektromechanické řízení s dvojím pastorkem

Jedná se o řízení s posilovacím zařízením. Celé řízení má klasické uspořádání skládající se z ovládacího orgánu řízení, sloupku řízení, hřídele křížového kloubu a převodky řízení doplněné o posilovací člen a snímače. Uložení řídicích tyčí je na konci ozubené tyče.

Převodka řízení je srdcem celého tohoto mechanismu. Skládá se z ozubené tyče řízení, pastorku řízení a poháněného pastorku, elektromotoru a řídicí jednotky řízení. Celý systém je monoblokového uspořádání, což znamená, že tvoří společně jediný konstrukční prvek. Pastorek řízení pak přenáší sílu od ovládacího orgánu řízení a poháněný pastorek přenáší sílu na ozubenou tyč přes šnekový převod z elektromotoru. Ten na základě údajů ze snímačů, které vyhodnocuje řídicí jednotka řízení, ovládá potřebnou asistenční sílu. Výsledná síla působící na ozubenou tyč řízení je pak součtem sil od obou pastorků, jak je schematicky znázorněno na obrázku (obrázek 11).

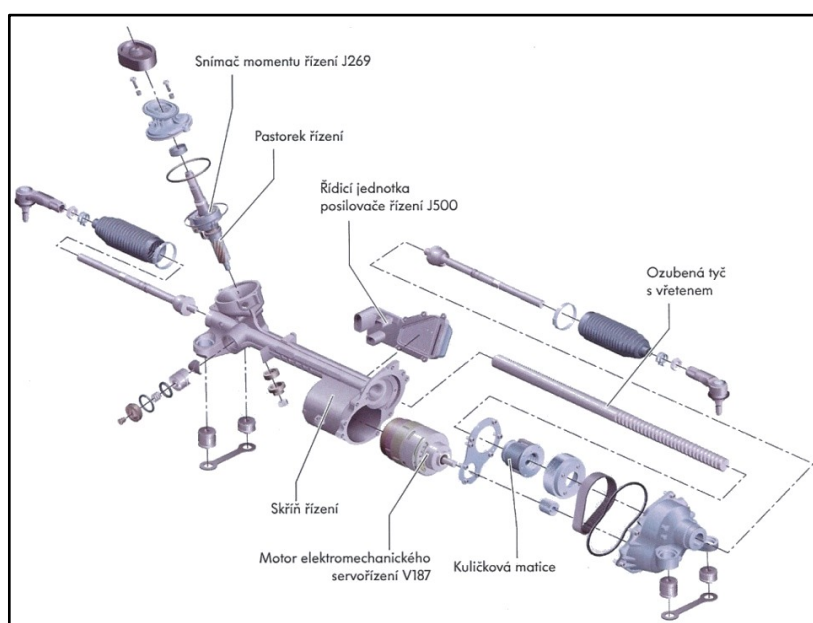


Obrázek 11: Schéma elektromechanického řízení se dvěma pastorky

Elektromechanické řízení s pohonem s paralelními osami

Patří k nejnovější generaci elektromechanických řízení. Celý systém řízení s posilovacím členem se skládá z ovládacího orgánu řízení, sloupku řízení, převodky řízení, motoru elektromechanického servořízení a řídicí jednotky posilovače řízení. Uložení řídicích tyčí je na konci ozubené tyče.

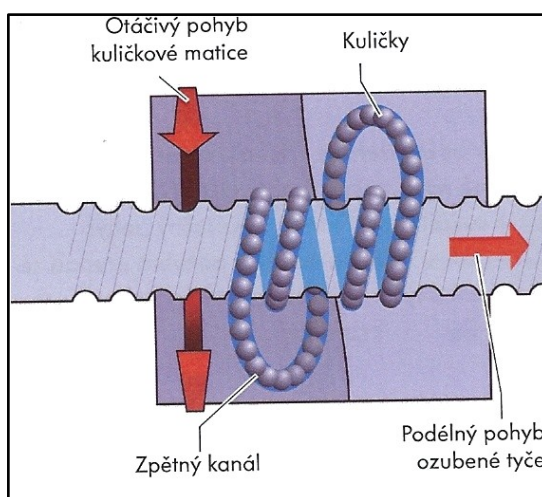
Elektromechanické servořízení a jeho části je vyobrazeno na obrázku (obrázek 12). Pohon převodovky s kuličkovým vřetenem nastává přes elektromotor, umístěný rovnoběžně s ozubenou tyčí a ozubený řemen. Protože síla, resp. hnací moment nemusí obracet směr, řízení se označuje jako řízení s pohonem s paralelními osami.



Obrázek 12: Elektromechanické servořízení

U elektromechanického řízení s pohonem s paralelními osami se pomocí převodky servořízení zavede potřebná síla řízení na ozubenou tyč. Převodka servořízení se sestává z motoru pro elektromechanické servořízení, převodky s kuličkovým vřetenem a řídicí jednotky posilovače řízení. Přes převodku řízení s kuličkovým vřetenem se otočný pohyb elektromotoru mění na podélný pohyb a přenáší se na ozubenou tyč. Jádrem převodky řízení je kuličková matice, uložená ve skříní, která objímá ozubenou tyč provedenou jako vřeteno.

Kuličková matice se podle požadovaného směru řízení otáčí ve směru nebo proti směru pohybu hodinových ručiček. Protože ozubená tyč je v oblasti matice provedená jako vřeteno, posouvá otáčivý pohyb kuličkové matice ozubenou tyč do požadovaného směru (obrázek 13). Kuličková matice má dva navzájem nezávislé oběžné systémy s kuličkami a zpětnými kanály. Oba systémy jsou umístěny zrcadlově. Zpětné kanály jsou nutností, jinak by kuličky běžely proti dorazu a řízení by bylo blokováno.



Obrázek 13: Směr řízení vozidla doleva

4.1.2 Elektrická část řízení

Jelikož síla, kterou posilovací člen řízení bude působit, se odvíjí od síly, kterou působíme na ovládací orgán řízení a mnoha dalších parametrech, je potřeba několika snímačů, které dodají řídicí jednotce servořízení parametry k vyhodnocení.

Snímač úhlu vychýlení řízení, který se nachází na sloupku řízení mezi spínačem na sloupku a ovládacím orgánem řízení. Měření úhlu vychýlení se provádí na principu světelného snímače. Snímač úhlu vychýlení řízení může rozpoznat úhel vychýlení řízení až 1044° . Přičítá úhlové stupně. Při překročení značky 360° rozpozná, že je provedena otáčka volantu. Konstrukční sestava snímače úhlu vychýlení řízení umožňuje 2,76 otáček volantu. Při poruše jsou omezeny funkce podpory řízení.

Snímač momentu řízení je umístěn přímo na pastorku řízení. Moment řízení vyvolaný řidičem na ovládací orgán řízení je základem pro výpočet posilující síly, která je dána systémem řízení k dispozici. Měří se relativní otáčení vstupního hřídele řízení oproti pastorku řízení a převádí se na analogový elektrický vstupní signál. Snímač pracuje bezdotykově na magneticky rezistentním principu. Kruhový magnet se otáčí zároveň na vstupní hřídeli řízení. Dva statory sedí na pastorku řízení a otáčejí se společně. Výše a vyrovnaní magnetického toku mezi statorem 1 a statorem 2 je přímou mírou momentu řízení a je zachyceno dvěma lineárními Hallovy snímači. Při závadě na snímači momentu řízení je podpora řízení odpojena.

Signál rychlosti jízdy je dodáván řídicí jednotce řízení řídicí jednotkou systému ABS. Při výpadku signálu přejde řízení do nouzového chodu, ve kterém je řidič k dispozici plná podpora řízení, ale žádná funkce servotronic.

Motor elektromechanického servořízení je zabudován paralelně k ozubené tyči v převodce řízení. Vyvine maximální točivý moment 4,5 Nm pro podporu řízení. Jedná se o třífázový synchronní motor. Při jeho poruše nedochází k žádné podpoře řízení.

Řídicí jednotka posilovače řízení je slepena a sešroubována s převodkou řízení. Na základě vstupních signálů určí řídicí jednotka aktuální potřebu podpory řízení. Vypočítá se intenzita proudu a směr toku statorového proudu a provede buzení motoru výslednými hodnotami.

4.1.3 Funkční stavy elektromechanického řízení

Řídicí jednotka v závislosti na momentu řízení určuje několik provozních stavů celého systému řízení a na základě vstupních parametrů určí charakteristiku podpory řízení a vybudí elektromotor.

Při parkování vozidla je potřeba velké podpory řízení. Pro tento proces má elektromechanické servořízení samostatnou charakteristiku. Při zaparkování řidič silně otočí volantem. Snímač momentu zachytí otočení a hlásí řídicí jednotce, že byl na ovládací orgán řízení přiveden velký moment řízení. Snímač úhlu otáček hlásí velké vychýlení ovládacího orgánu řízení. Řídicí jednotka určí v závislosti na velkém momentu řízení, rychlosti vozidla 0 km.h^{-1} , otáčkách spalovacího motoru ($>500 \text{ ot.min}^{-1}$), velkém úhlu vychýlení řízení a v řídicí jednotce uložené charakteristice pro $v=0 \text{ km.h}^{-1}$, že je nutná velká podpora řízení. Parkování je provedeno s maximální podporou řízení. Součet ze síly točivého momentu na ovládací orgán a síly maximální

podpory řízení elektromotoru dává účinnou sílu řízení na ozubené tyči při parkování vozidla.

Při jízdě ve městě řídicí jednotka určí v závislosti na středním momentu řízení, středním úhlu vychýlení řízení a na v řídicí jednotce uložené charakteristice pro $v=50 \text{ km.h}^{-1}$, že je nutná střední podpora řízení.

Při jízdě na dálnici, při změně jízdního pruhu řidič jen lehce otočí volantem. Řídicí jednotka určí v závislosti na malém momentu řízení, malém úhlu vychýlení řízení při rychlosti větší než $v=100 \text{ km.h}^{-1}$ a na v řídicí jednotce uložené charakteristice pro $v=100 \text{ km.h}^{-1}$, že je nutná pouze malá, resp. žádná podpora řízení.

Aktivní zpětný chod nastává tehdy, pokud řidič při zatáčení sníží moment řízení. Při tomto stavu na základě geometrie náprav vznikají vratné síly na vychýlených kolech. Třením v systému řízení a v nápravě jsou vratné síly často příliš malé, aby kola opět uvedla do přímého směru. Na základě dat ze snímačů a uložených charakteristik vypočítá řídicí jednotka točivý moment elektromotoru, potřebný pro vrácení kol do přímého směru.

Korekce přímého směru jízdy je speciální funkce, která vychází z aktivního zpětného chodu. Zde se vytváří podpora řízení, aby se vozidlo opět dostalo ihned do přímého směru jízdy. Přitom se rozlišuje mezi dlouhodobým algoritmem a krátkodobým algoritmem. Dlouhodobý má úlohu vyrovnat dlouhodobé odchylky od přímého směru jízdy, které mohou například vzniknout výměnou letních pneumatik za již používané zimní pneumatiky. Krátkodobý algoritmus pak koriguje krátkodobé odchylky. Například při působení bočního větru se sníží síla, kterou by musel řidič působit proti směru větru.

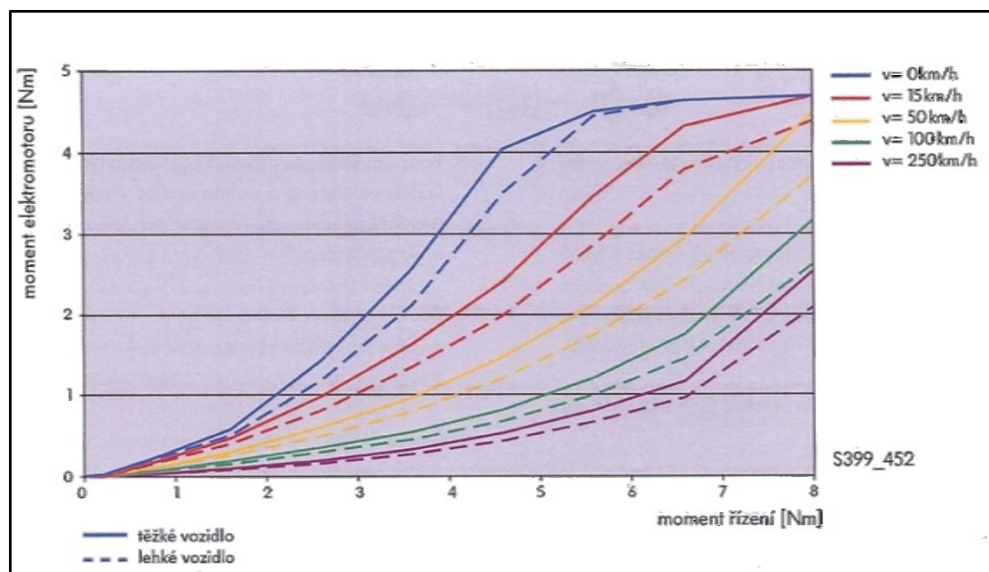
Vyrovnání táhnutí řízení do strany je nejnovější funkce elektromechanických servořízení pro vozidla s poháněnou přední nápravou. Zabraňuje táhnutí řízení stranou při akceleraci s velmi výkonnými motory a různě dlouhými kloubovými hřídeli. U příčného motoru a pohonu předních kol mají různě dlouhé kloubové hřídele různé úhly mezi kloubovými hřídeli, čímž při akceleracích vznikají na kolech různé velké momenty kolem kolmé osy. Řídicí jednotka posilovače řízení vypočítá potřebnou podporu řízení, aby se vyrovnalo táhnutí řízení na stranu.

4.1.4 Charakteristiky elektromechanického servořízení

Regulace podpory řízení se provádí v závislosti na rychlosti podle charakteristiky v permanentní programové paměti řídicí jednotky. V závislosti na hmotnosti vozidla

a vybavení vozidla se soubor charakteristik v řídicí jednotce naprogramuje teprve v konečné fázi výroby vozidla. Tento příslušný soubor charakteristik, lze také později nahrát v servisu při kontrole nebo opravě řízení.

Z řídicí jednotky řízení automobilu VW Tiguan byla nahrána data, ze kterých byla sestavená charakteristika, která udává pro danou rychlost vozidla závislost momentu na ovládacím orgánu řízení na výsledné podpoře řízení hnacím momentem elektromotoru (obrázek 14).



Obrázek 14: Charakteristika závislosti momentu ovládacího orgánu na výsledné podpoře řízení

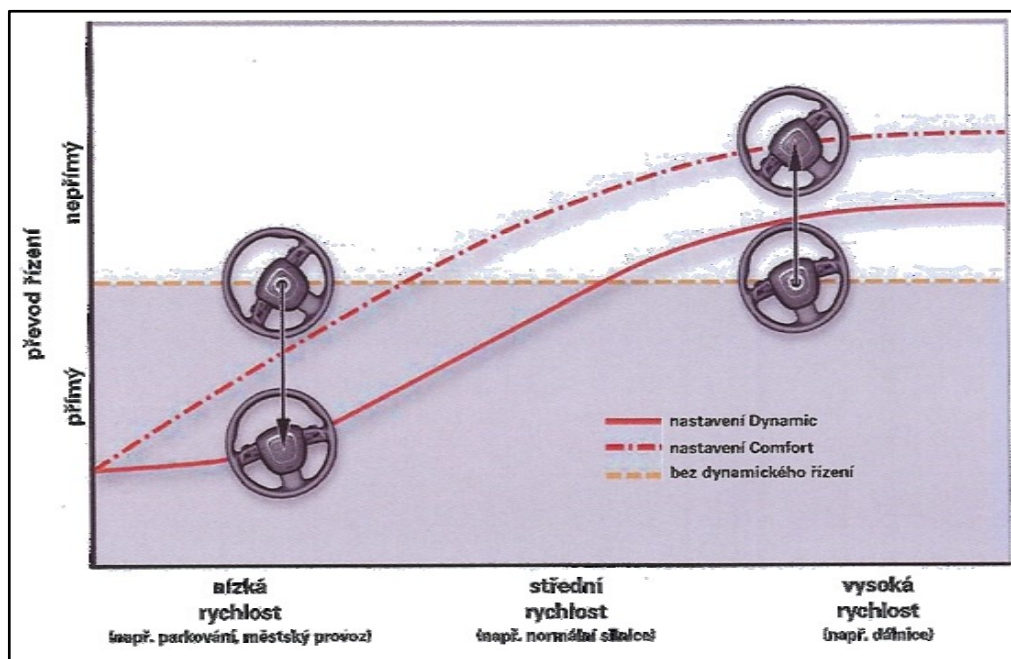
Z grafu vyplývá, že čím větší přivedeme moment na ovládací orgán řízení, tím větší bude podpůrná síla elektromechanického servořízení. Tato síla pak klesá s rostoucí rychlostí. Naopak s rostoucí hmotností vozidla je potřebná síla větší.

4.2 Dynamické řízení

U konvenčních systémů řízení existuje přímé mechanické spojení mezi volantem a převodkou řízení. Existuje tak proto také pevně určené přiřazení úhlu natočení volantu a úhlu vychýlení řízených kol. Různých charakteristik převodu lze dosáhnout geometrickým uzpůsobením ozubení ozubené tyče převodky řízení a pastorku řízení. Přesto však lze v jednom vozidle vždy realizovat pouze jeden převod řízení. Volba příslušných převodů představuje vždy určitý kompromis, aby se vyhovělo co možná nejlépe rozdílným, často protikladným požadavkům.

Základní požadavky lze optimálně splnit pouze použitím dvou proměnných charakteristik převodu. Taková charakteristika mění skutečný úhel vychýlení kol v zatáčce v závislosti na rychlosti jízdy a úhlu natočení volantu.

U dynamického řízení jsou obecně dvě proměnné charakteristiky s komfortním a sportovním režimem (obrázek 15).



Obrázek 15: Charakteristiky dynamického řízení při zvolených režimech komfort a dynamic

Proměnná charakteristika je realizována pomocí přídavného elektromechanického pohonu pastorku řízení, který překrývá pohyb volantu provedený řidičem. V případě poruchy tohoto pohonu funguje řízení přesně tak, jako konvenční řízení.

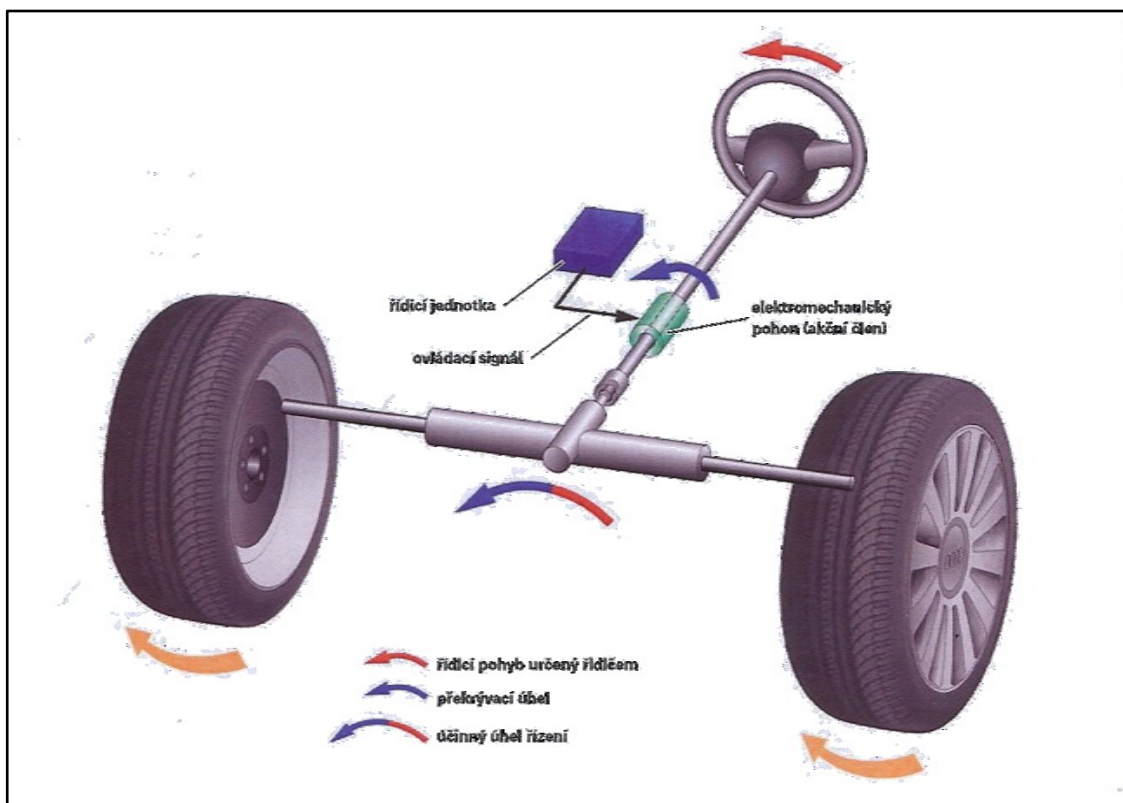
4.2.1 Princip uspořádání

Do řetězce řízení je integrován překrývací převod (akční člen). Mechanické spojení mezi řídicím orgánem řízení a přední nápravou zůstává v každé situaci přes překrývací převod zachováno. Většinou je tento systém použit v kombinaci s hydraulickým servořízením.

Potřebu zvětšení nebo zmenšení úhlu řízení zprostředkovává řídicí jednotka. Řídicí jednotka ovládá elektromotor pohonu překrývacího převodu. Celkový úhel vychýlení kol je tak dán součtem tohoto překrývacího úhlu a úhlu řízení určeného řidičem pomocí volantu (obrázek 16).

Překrývací úhel může:

- Zvětšit úhel řízení určený řidičem,
- zmenšit úhel řízení určený řidičem,
- realizovat úhel řízení bez pohybu volantu řidičem.



Obrázek 16: Schéma funkce dynamického řízení

4.2.2 Řídicí jednotka dynamického řízení

Jednotka bývá umístěna v prostoru nohou řidiče před příčným nosníkem sedadla. Má dvě funkce.

Základní funkcí řídicí jednotky dynamického řízení je počítání překrývacího úhlu, nezbytného k realizaci proměnného převodu řízení. Toto se provádí v podstatě na základě rychlosti jízdy a úhlu řízení určeného řidičem. Toto řízení je při závadě vždy aktivní.

Doplňkovou funkcí řídicí jednotky je stabilizační zásah. Řídicí jednotka ESP počítá pomocí stabilizačních funkcí úpravu úhlu řízení, požadované k zajištění dynamické stability jízdy. Tyto korekční hodnoty se předávají po sběrnici CAN řídicí

jednotce dynamického řízení. Ta následně připočte příslušnou korekční hodnotu k vypočtenému překrývacímu úhlu. Na kolech se potom uplatní korigovaný úhel řízení.

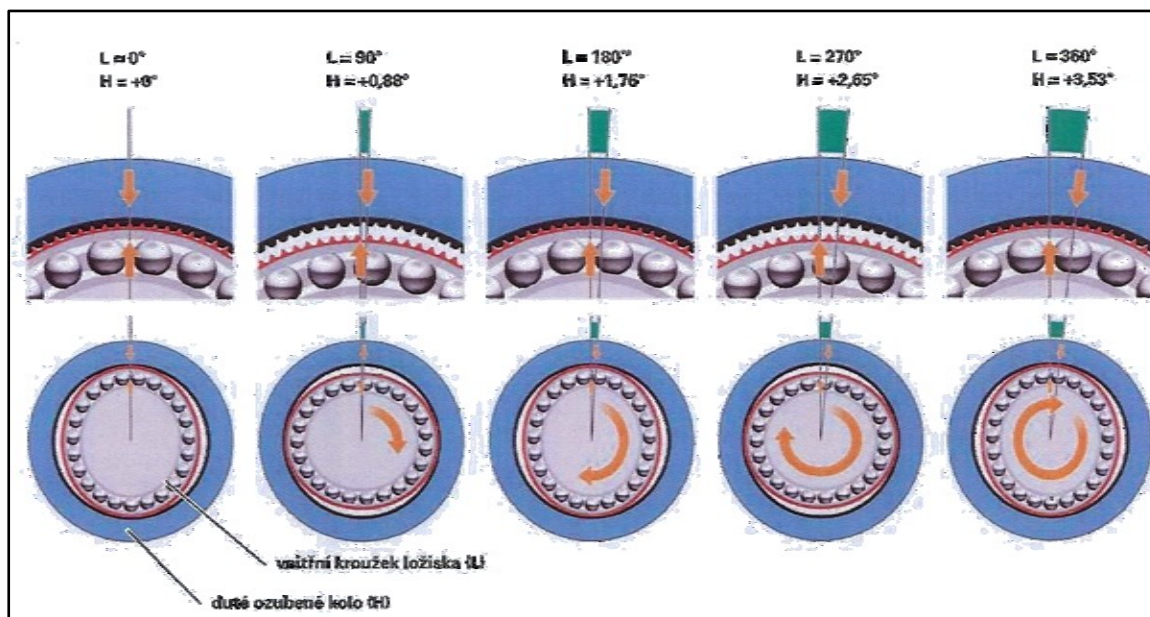
Správnou funkci řídicí jednotky sleduje bezpečnostní systém. Diagnostikují se všechny závady, které by mohly mít za následek chybný zásah akčního členu ovlivňujícího bezpečnost. Uplatněná opatření počítají podle případu závady s diferencovaným odpojováním dílčích systému až po úplné odpojení systému.

4.2.3 Akční člen

Pomocí akčního členu se realizuje natáčení pastorku řízení pro úpravu úhlu řízení. Je tvořen hřídelem převodovky poháněným elektromotorem. Tyto převody jsou velice vhodné k redukci velmi velkých rotačních pohybů na výrazně pomalejší rotační pohyby. Základní princip spočívá ve vzájemném záběru dvou ozubených kol s rozdílným počtem zubů. V případě dynamického řízení má elektromotor přímo poháněné ozubené kolo se sto zuby, výstup je opatřen ozubením se 102 zuby.

Na horním hřídeli ovládacího orgánu řízení je uložen dutý hřídel, nezávisle otočný v tělesu akčního členu. Tento dutý hřídel je přímo poháněn elektromotorem. Tomuto účelu je rotor motoru na jedné straně pevně spojen s dutým hřídelem. Druhá strana hřídele je pevně spojená s vnitřním kroužkem valivého ložiska. Tento vnitřní kroužek nemá po obvodu přesně kruhový tvar. Tvoří tak pro kuličky excentrickou dráhu.

Při zapnutí elektromotoru je poháněn dutý hřídel. Otáčí se vnitřní kroužek valivého ložiska. Při tomto otáčení se současně „otáčí“ také excentrický tvar. V důsledku různého počtu zubů ozubení pružného hrnce a ozubení dutého ozubeného kola nezabírá zub pružného hrnce přesně do zubové mezery dutého ozubeného kola. Zub pružného hrnce se setkává s bokem zubu dutého ozubeného kola s přesazením. Na boky zubů tak působí síla, která má za následek minimální rotační pohyb dutého ozubeného kola. Natáčením excentricity při pohonu motorem přichází s časovým posunutím do záběru všechny zuby po obvodu ozubení. Je tak zajištěn spojitý rotační pohyb dutého ozubeného kola a s ním spojeného pastorku řízení. Výchylka kol při řízení se nemění. Dosažený redukční převodový poměr mezi otáčkami elektromotoru a otáčkami pastorku řízení je přibližně 50:1.

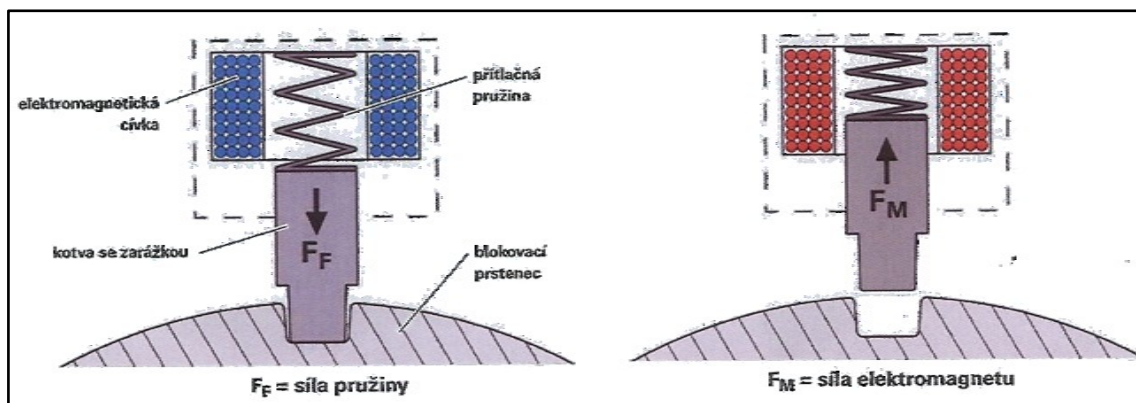


Obrázek 17: Akční člen dynamického řízení - řez

Pro ovládání akčního členu je použit synchronní motor s permanentním buzením. Rotor je pevně spojen s dutým hřídelem a je tvořen osmi trvalými magnety střídavé polarity. Stator je tvořen šesti páry cívek. Cívky jsou umístěny v tělese akčního členu. Aktivaci zajišťuje řídicí jednotka.

4.2.4 Uzávěrka dynamického řízení

Je to důležitý bezpečnostní prvek celého systému dynamického řízení. Mechanicky zablokuje převod dynamického řízení. V normálním provozu je vždy zablokována při vypnutém motoru vozidla. Při jeho opětovném spuštění se dynamické řízení uvolní, což je akusticky doprovázeno cvaknutím. Princip funkce je znázorněn na obrázku (obrázek 18). Na dutém hřídeli poháněném elektromotorem je pevně nasazen prstenec, který je na vnější straně opatřen několika vybráními. Do těchto vybrání zapadne při zablokování převodu válcová zarážka kotvy elektromagnetu. Dutý hřídel je tak zablokován a elektromotor již nemůže pohánět excentrické ložisko. Bez přívodu proudu blokuje zarážka převod dynamického řízení. Zarážka je přitom zajištěna v koncové poloze přítlačnou pružinou. Aktivuje-li se řídicí jednotka dynamického řízení, přesune se zarážka díky síle elektromagnetu, proti síle pružiny směrem k cívice elektromagnetu. Dostane se tak mimo záběr a opět uvolní dutý hřídel a tím i převod dynamického řízení.



Obrázek 18: Princip funkce uzávěrky dynamického řízení

4.2.5 Snímače

V celém systému dynamického řízení je umístěno několik snímačů. Díky datům z nich probíhá přepočítání překrývacího úhlu dynamického řízení, ale také je tento systém velice bezpečný.

Snímač polohy elektromotoru akčního členu registruje polohu dutého hřídele a excentricity ložiska. Vysílač je tvořen magnetickým prstencem na dutém hřídeli. Magnetický prsteneček se skládá z osmi pólů. Jejich magnetické pole je snímáno snímačem se třemi Hallovými prvky. Při každých 15 stupních otočení motoru (odpovídá 0,3 stupni na ovládacím orgánu řízení) se generuje signál, který se předává řídicí jednotce. Při vypnutí zapalování se pak aktuální poloha uloží v paměti řídicí jednotky.

Indexový snímač je další prvkem dynamického řízení. Vysílá jeden signál na otáčku volantu, resp. Jednoho otočení výstupního hřídele akčního členu. Tento signál slouží k registraci střední polohy převodky řízení a k inicializaci po závadě. Je použit magnetický Hallův snímač. Je uložen ve společném tělese se snímačem polohy elektromotoru. Jako vysílač slouží vybrání na vnější straně hnaného dutého ozubeného kola. Toto vybrání generuje obdélníkový signál.

U vozidel s dynamickým řízením se používají dvě **jednotky snímačů**. Tyto jsou funkčně a konstrukčně shodné a ve stavu bez poruchy dodávají identické signály rychlosti otáčení vozidla a příčného zrychlení. Zdvojené provedení slouží jako pojistka před nesprávnými funkcemi, které by mohly způsobit nesprávné signály snímačů. Tyto signály se kontrolují s ohledem na shodný průběh. Tyto jednotky snímačů jsou spojeny s řídicí jednotkou ESP a řídicí jednotkou dynamického řízení. Řídicí jednotka ESP potřebuje signály snímačů obou jednotek k výpočtu překrývacího řízení pro stabilizační zásah.

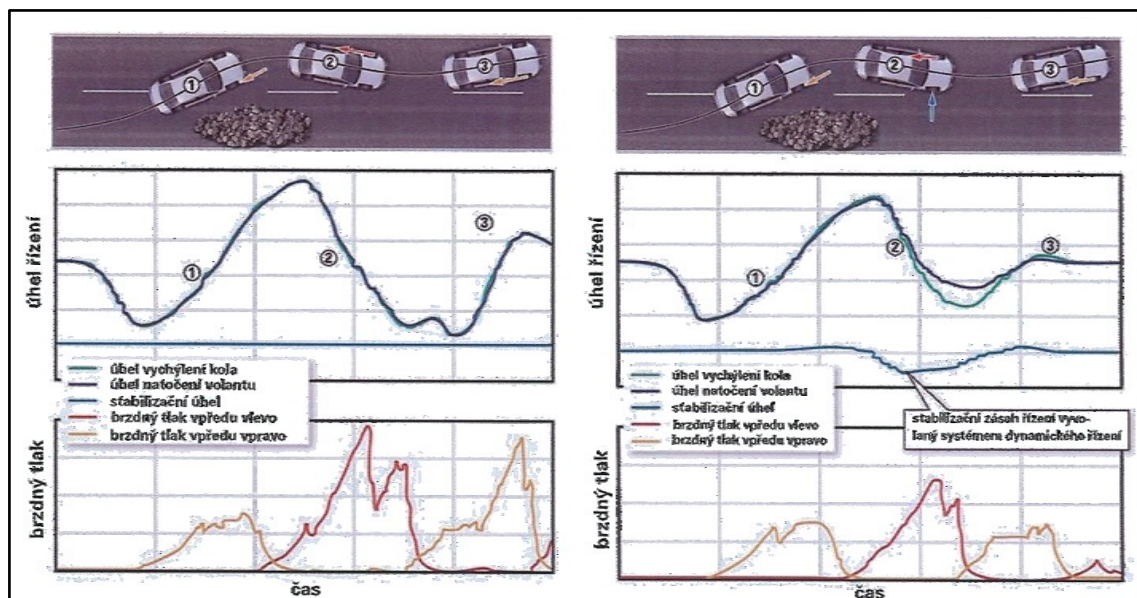
Signál ze **snímače úhlu natočení volantu** je podstatným signálem k výpočtu nezbytného překrývacího úhlu pro realizaci proměnného převodu řízení, ale také k výpočtu překrývacího úhlu řízení při stabilizaci vozidla. Tento signál je poskytován jak řídicí jednotce ESP, tak řídicí jednotce dynamického řízení. Snímač úhlu natočení volantu je redundantního provedení.

4.2.6 Stabilizační funkce dynamického řízení

Jedná se o cílený zásah elektronického systému do řízení vozidla. Jelikož řidič neprovede často potřebný zásah řízením při krizových situacích včas nebo dokonce vůbec.

Přetáčivé vozidlo

Přetáčivost je vlastnost vozidla reagovat v zatáčce na působící vnější síly beze změn polohy ovládacích prvků stáčením dovnitř zatáčky, tedy zmenšováním poloměru zatáčení daného natočením předních kol. Rychlá změna jízdního pruhu je typickou situací, při které se vozidlo ocitne snadno ve stavu přetáčivosti. Při vrácení řízení v novém jízdním pruhu může zadní část vozidla, zvláště pak při vysokých rychlostech, vybočit. Řidič většinou nestihne včas zareagovat. Následkem toho jsou intenzivní zásahy brzd vyvolané systémem ESP.



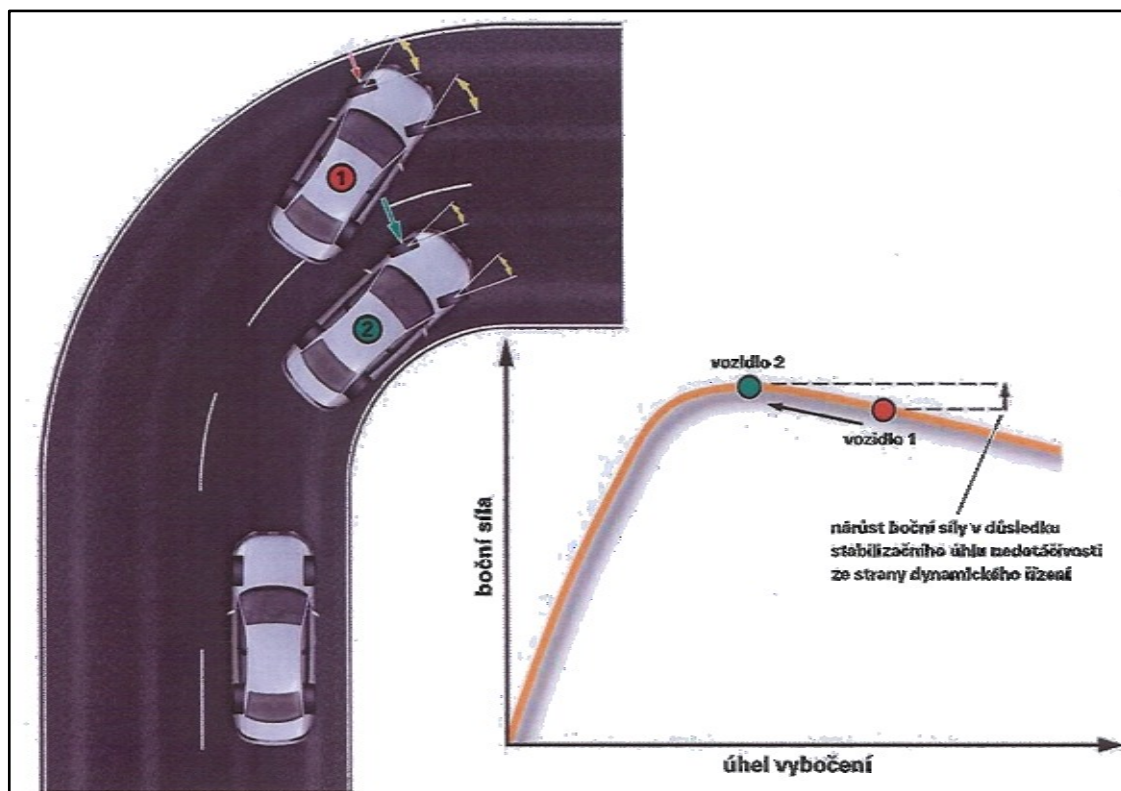
Obrázek 19: stabilizační systém bez dynamického řízení při přetáčivosti (vlevo), spolupráce stabilizačního systému a dynamického řízení při přetáčivosti (vpravo)

Pomocí dynamického řízení se stabilizační zásah řízení uskutečňuje automaticky bez povšimnutí řidiče. Omezuje se tak významně náročnost na řízení ze strany řidiče. Ten musí pouze zajišťovat natočení volantu jako při srovnatelné stabilní jízdní situaci.

Zásahy brzd vyvolané systémem ESP se rovněž výrazně omezují. Kromě zlepšení stability jízdy tak dynamické řízení zajišťuje taky vyšší průjezdovou rychlost.

Nedotáčivé vozidlo

Při nedotáčivosti se vozidlo snaží pohybovat i přes vychýlená přední kola ve směru vnějšího okraje vozovky. Tento stav jízdy se vyznačuje tím, že i přes zvětšující se úhel vychýlení kol do zatáčky poklesnou boční síly vodící síly a zvětší se tak poloměr průběhu jízdy zatáčkou.



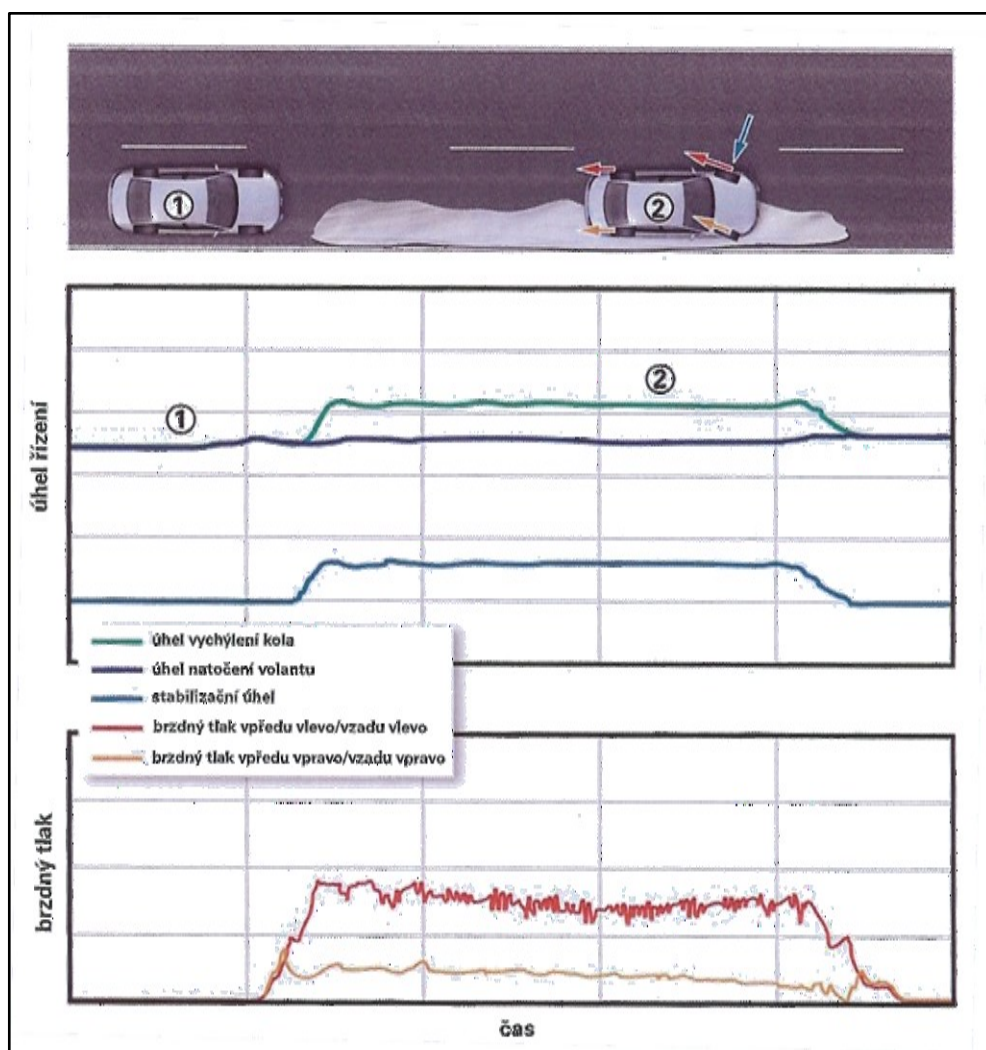
Obrázek 20: Funkce dynamického řízení při nedotáčivosti vozidla

Většina řidičů reaguje na tuto situaci dalším natočením volantu (vozidlo 1 na obrázku 20). Zmenší se tak ještě více boční vodící síly, adhezní tření mezi pneumatikami a vozovkou se změní na kluzné tření a již neovladatelné vozidlo opustí jízdní dráhu. V této situaci již často nepomůže ani zásah systému ESP. U vozidel vybavených dynamickým řízením, ještě než dojde k této kritické situaci, dynamické řízení provádí natočení kol proti pohybu ovládacího orgánu řízení (vozidlo 2 na obrázku 20). Skutečné vychýlení kol do zatáčky je menší, než odpovídá natočení volantu řidičem. Zachovává se tak boční vedení a vozidlo projíždí zatáčku ve fyzicky co možná nejmenším poloměru. Pokud to nepostačuje, zajistí ESP zásah brzd přednostně u kol na vnitřní straně zatáčky. Tímto se vytvoří stabilizační vyrovnávací moment. Vozidlo je tak opět brzděno a řízeno podle požadovaného průběhu zatáčky.

Brzdění na vozovkách s různými součiniteli adheze

Tak zvané povrchy μ -split se vyznačují tím, že součinitel adheze vozovky je na jedné straně vozidla vysoký (suchý asfalt) a na druhé straně vozidla nízký (voda, led). Takové vozovky se vyskytují například při částečném odtátí zasněženého nebo zledovatělého povrchu nebo při pokrytí jinak suché vozovky mokrým listím.

Při brzdění potom vozidlo táhne šikmo ve směru větší brzdné síly na straně s vysokým součinitelem adheze. Aby bylo možné dále jet v přímém směru, musí se u vozidla s konvenčním systémem řízení natočit volant tak, aby tento šikmý pohyb byl kompenzován.



Obrázek 21: Funkce dynamického řízení při brzdění na vozovkách s různým součinitelem adheze

U vozidla s dynamickým systémem je úhel řízení ze strany systému ESP a dynamického řízení ovládan samostatně. Řidič si ničeho nevšimne, volant zůstane v poloze jím požadovaného směru jízdy. Protože ESP a dynamické řízení nastavují potřebný úhel řízení rychleji a přesněji než řidič, vyplývají z toho v této jízdní situaci vzhledem k doplňkovému zásahu dynamického řízení v průměru kratší brzdné dráhy než u vozidla bez dynamického řízení.

4.3 Active Drive 4WS

Automobilka Renault se vrátila k myšlence řízení všemi koly, které bylo v 90. letech 20. století používáno výhradně u japonských automobilek. V průběhu patnácti let spatřily světlo světa hned tři systémy pracující na podobném principu, ale s jiným technickým řešením. Mechanický (Honda), elektromechanický (Honda, GMC, Chevrolet) a elektrohydraulický (Mazda, Nissan, Mitsubishi) viz kapitola 2.2. U evropských automobilek tento nápad příliš příznivců nezískal, prakticky jediným zástupcem bylo sportovní BMW 850CSi. Systém řiditelné zadní nápravy se přes dvacet let potýkal s řadou technických problémů ať už mechanických nebo elektronických.

Automobily vybavené řízenou zadní nápravou:

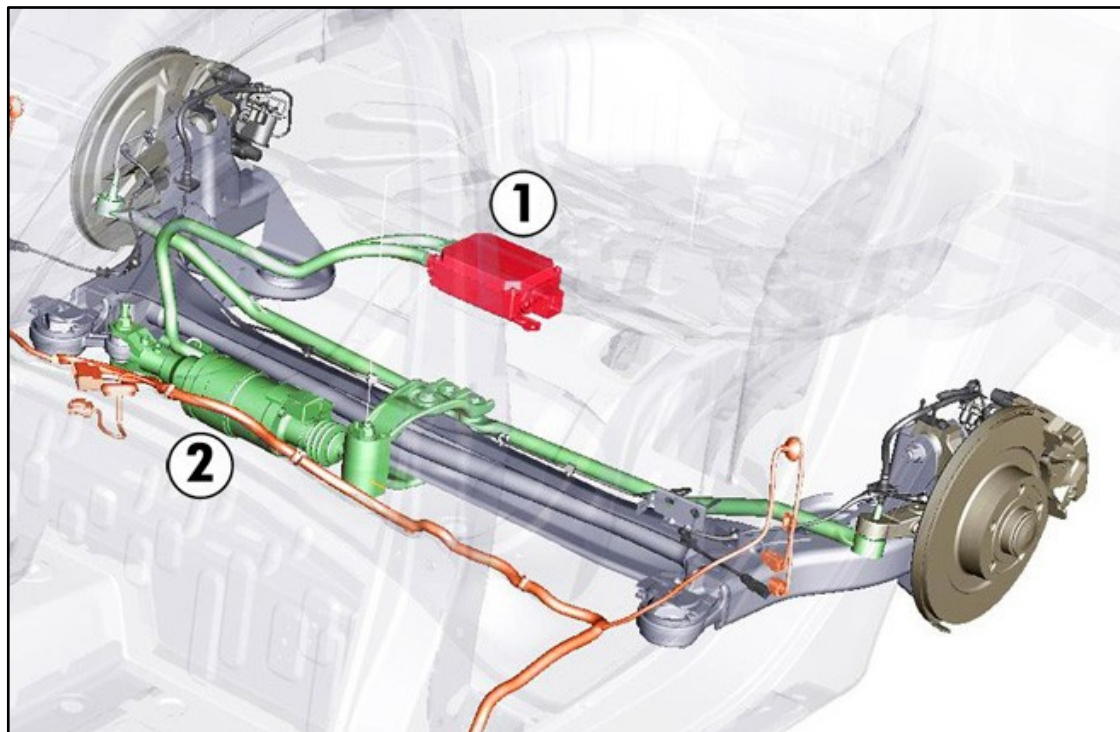
- BMW 850 CSi
- Efni MS-9 (Mazda 929)
- GMC Sierra
- Honda Accord, Prelude
- Chevrolet Silverado
- Infiniti Q45, G35, M35, M45 (modely prodávané v současnosti)
- Mazda 626, MX-6, RX-7, Xedos 9
- Mitsubishi Sigma, Galant, GTO
- Nissan 240SX, 300ZX, Skyline, Silvia, Fuga,
- Toyota Celica, Aristo, Soarer

Principiálně se nový systém Renaultu od původních řešení ničím neliší. Zadní kola se v závislosti na rychlosti jízdy natáčejí nesouhlasně respektive souhlasně s předními koly tak, aby se v nízkých rychlostech vylepšila obratnost při manévrování a ve vysokých rychlostech zase jízdní stabilita. Díky natáčení kol obou náprav se zmenšuje úhel natočení volantu a rychlost reakce vozu na pokyny ke změně směru jízdy

je rychlejší. Zásadní změna je ale v systému jako takovém. Velmi složité mechanické řešení s vazbou na přední nápravu nahradila moderní elektronika.

Podvozek Active Drive (obrázek 22) vybavený systémem řízení všech kol je výsledkem spolupráce automobilky Renault a Renault Sport Technologies a funguje na základě elektronického řízení dynamických vlastností vozidla.

Senzor umístěný ve sloupku řízení odesílá informace o úhlu natočení volantu prostřednictvím sítě CAN do řídicí jednotky. Ta registruje také rychlost vozidla a stavy asymetrického brzdění, kterou zaznamenávají systémy ABS a ESP. Řídicí jednotka porovná v reálném čase data, vyhodnotí jízdní situaci a vyšle pokyn pro natočení zadních kol válci elektronického ovladače, který je umístěn na zadní nápravě. V závislosti na rychlosti a jízdní situaci se zadní kola otáčejí buďto v sousledném nebo nesousledném směru s předními. Do rychlosti zhruba 60 km/h je směr zatačení zadní nápravy opačný (nesousledný), což usnadňuje manévrovatelnost a obratnost vozu. Při vyšší rychlosti je směr natočení všech kol stejný (sousledný) čímž se znatelně zvyšuje stabilita. Úhel natočení zadních kol je ve většině případů menší než 2 stupně, v kritických situacích se však kola mohou vychýlit až o 3,5°. Reakční schopnost systému je velmi vysoká, ke změně v nastavení dochází každých 10 ms.



Obrázek 22: Systém Active drive. 1 - řídicí jednotka; 2 - elektromechanický akční člen

5 Zhodnocení a doporučení

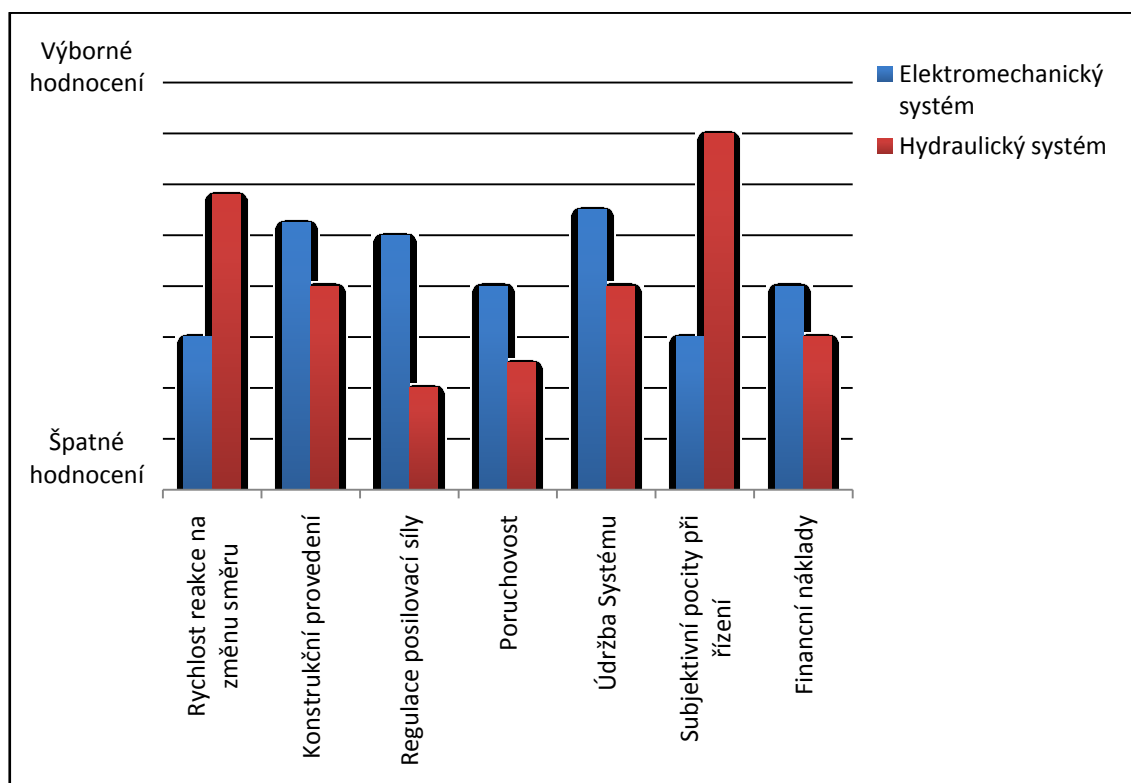
Součástí práce je zhodnocení systémů řízení silničních vozidel na základě dotazníkového průzkumu a mnou provedeného experimentu. Na základě zkoumání a zpracovaných dat jsem pak pro jednotlivé systémy řízení provedl doporučení, které by mohly pomoci k jejich vylepšení.

5.1 Dotazníkový průzkum

Jelikož jsem neměl možnost provést měření zvolil jsem formu dotazníkového průzkumu. Pro porovnání jsem si vybral dvě současné nejpoužívanější a konstrukčně odlišné platformy pro systémy řízení silničních vozidel. Elektromechanický a hydraulický systém.

Formou dotazníku (vzor uvedený v příloze B) byli dotazováni zástupci technického oddělení předních automobilek, ale také automobiloví závodníci, kteří mají s těmito systémy zkušenosti a mohou je posoudit z pohledu testovacích jezdců. Otázky se týkaly konstrukčního uspořádání, pocitů při řízení, finanční náročnosti, údržby celého systému a jeho poruchovosti. Celkem bylo dotazováno 10 respondentů. Odpovědi a hodnocení těchto dvou systémů bylo zpracováno do grafu (obrázek 23)

5.1.1 Výsledky průzkumu



Obrázek 23: Výsledky dotazníkového průzkumu

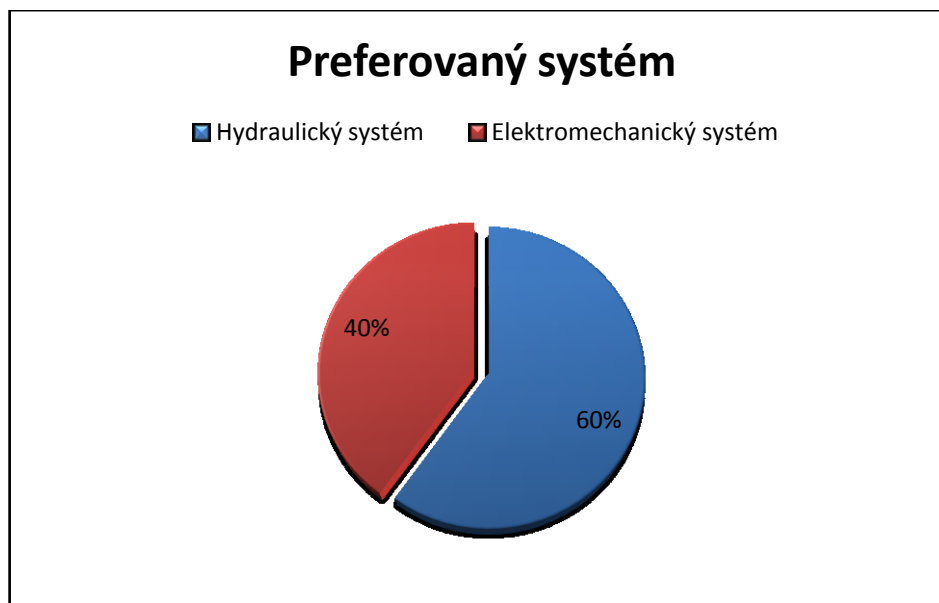
Z grafu (obrázek 23) vyplývá, že nejlepšího hodnocení dosáhl hydraulický systém při hodnocení subjektivních pocitů při řízení. V otázce regulace posilovací síly ovšem tento systém dosáhl hodnocení nejnižšího. Elektromechanický systém byl hodnocen ve většině otázek kladně. Výrazně horšího hodnocení dosáhl tento systém pouze v otázkách týkajících se ovladatelnosti a subjektivních pocitů při řízení.

Poruchovost obou systému byla hodnocena jako malá. Hydraulický systém mírně zaostával oproti elektromechanickému zejména kvůli vyšší poruchovosti hydraulického čerpadla. Údržba obou systémů není časově ani materiálně náročná. Elektromechanický systém je v podstatě bezúdržbový, proto získal také lepší hodnocení. Provádí se jen pravidelná výměna čepů a tyčí řízení. U hydraulického systému je pak navíc potřeba pravidelné kontroly hladiny hydraulického oleje.

Co se konstrukčního uspořádání týče, o málo lepší hodnocení, hlavně díky monoblokovému uspořádání, snadnější zástavbě do motorového prostoru a šetření paliva, má elektromechanické řízení. Hydraulické řízení v konstrukčním provedení zaostává hlavně kvůli potřebě rozvodu hydraulického oleje. Čerpadlo je v chodu vždy, pokud běží motor, což zvyšuje spotřebu. Naopak oproti elektromechanickému řízení má vysokou univerzálnost. Lze ho použít téměř ve všech automobilech.

Finanční náklady obou systému jsou hodnoceny téměř shodně. Je ovšem těžké tyto náklady hodnotit, jelikož cena systému se odvíjí od masovosti použití a je velice těžké zjistit konkrétní náklady. Záleží také na dodavateli. Elektromechanické řízení ovšem v sériové výrobě je dle většiny respondentů levnější. Ovšem při poruše, je výměna elektromechanického řízení výrazně nákladnější, jelikož je monoblokového uspořádání, proto je potřeba vždy vyměnit celý modul.

Součástí průzkumu byla také otázka, který ze systému respondent preferuje. Na základě grafu (obrázek 24) je zřejmé, že většina respondentů kladla největší důraz na ovladatelnost a subjektivní pocity při řízení, proto jako preferovaný systém zvolili systém hydraulického řízení.



Obrázek 24: Výsledky dotazníku - preference

5.2 Experiment v rámci zhodnocení hydraulického systému

Jelikož regulace posilovací síly je u hydraulického systému poměrně složitá a časově náročná, rozhodli jsme se pomocí experimentu na hydraulickém řízení závodního vozu Citroën C2 R2 max (obrázek 25) určit vhodnou posilovací sílu pro jednotlivé charakteristiky vozovky.



Obrázek 25: Citroën C2 R2 Max

U hydraulického systému se regulace provádí pomocí regulačního ventilu, který je umístěn na výstupu hydraulické kapaliny z čerpadla (obrázek 26). Princip regulace spočívá v tom, že kapalina prochází přes ventil, ve kterém je vyvrtán otvor o daném průměru. Zvětšením otvoru dochází k nárůstu posilovacího účinku, naopak zmenšením otvoru dochází k poklesu asistenční síly.



Obrázek 26: Regulační ventil a jeho umístění na čerpadle

Pro experiment byly pořízeny čtyři nové neopracované regulační ventily. Do jednotlivých kusů byly vyvrtány otvory o průměrech 2.5 mm, 3 mm, 3.4 mm a 4 mm.

V druhé části experimentu byly postupně tyto ventily namontovány do vozidla a s každým z nich byla provedena testovací jízda. Testovacím jezdce byl závodník a majitel vozu Lukáš Pondělíček. Testovací trať vedla po vozovce s různým charakterem povrchu. Obsahovala jak rychlé, tak i technické pasáže a šotolinové úseky. Po jednotlivých testovacích jízdách bylo provedeno vyhodnocení ovladatelnosti, citlivosti a tuhosti řízení na základě jezdcových zkušeností a subjektivních pocitů. Byly zvoleny charaktery tratě, které vyhovovaly pro daný regulační ventil. Tyto údaje byly zpracovány do tabulky (tabulka 3).

Tabulka 3: Výsledky experimentu

Průtočný průměr regulačního ventilu	Podmínky, za kterých je vhodné ho použít
D = 2,5 mm	Rozbitý asfalt, univerzální
D = 3,0 mm	Čistý asfalt,
D = 3,4 mm	Kombinace asfalt - šotolina
D = 4,0 mm	Šotolina, sníh

Jako univerzální byl zvolen ventil s otvorem o průměru 2.5 mm. Tento ventil zajišťuje zejména větší odezvu od vozovky při nevelké posilovací síle, naopak tužší řízení je zde výhodou. Tento ventil je vhodný na silnice rychlejšího charakteru s rozbitým asfaltem. Ventil s průměrem 3.0 mm byl pocitově nejlepší na silnici rychlejšího charakteru s kvalitním asfaltem. Není potřeba velké posilovací síly, ale je výhodnější větší citlivost než u předchozího regulačního ventilu, jelikož kola jsou neustále v kontaktu s vozovkou. Otvor o průměru 3.4 mm byl vybrán jako nejlepší pro silnice technického charakteru s prudkými zatáčkami, nebo se střídajícím se asfaltovým a šotolinovým povrchem. Zde je vhodnější větší posilovací síla zejména proto, že jezdec s volantem často pracuje na maximum rejdrového úhlu. Je potřeba kompromis mezi posilovací silou a dostatečnou tuhostí řízení, aby bylo dosaženo dostatečné přesnosti při menší námaze řidiče. Nejvhodnější pro silnice s povrchem s nízkou adhezí je ventil s otvorem 4.0 mm. Vozidlo je často ve smyku a je nutná neustálá a rychlá korekce jízdního měru. Při těchto podmínkách je velká posilovací síla a nižší tuhost řízení výhodou. Znatelně se sníží únava řidiče.

5.3 Výsledné zhodnocení a doporučení

5.3.1 Hydraulický systém

Zhodnocení:

Velkou výhodou hydraulického systému je jeho univerzálnost. Díky masovější výrobě má v podstatě každá automobilka vozidla přizpůsobená na tento systém. Je potřeba rozvodu tlakového oleje, a aby bylo zajištěno rychlého pohybu řízení, je také potřeba výkonného čerpadla. Konstruktor má, na rozdíl od elektromechanického systému, mnoho možností, kudy vést rozvod hydraulického oleje, kde umístit čerpadlo. Ovšem toto je vykoupeno horší zástavbou do motorového prostoru, jelikož systém není monoblokového uspořádání. Hydraulické čerpadlo je poháněno od motoru automobilu

vicedrážkovým řemenem společně s alternátorem. Při konstrukci systému se musí dbát na to, že čerpadlo musí být uloženo tak, aby se nezvýšila teplota hydraulického oleje.

Nevýhodou oproti jiným systémům je to, že čerpadlo je poháněno vždy, když běží motor. To vede ke zbytečné spotřebě paliva. Jelikož čerpadlo běží i tehdy, kdy nepotřebujeme žádný posilovací účinek. Pozorováním bylo zjištěno, že vozidla s hydraulickým servořízením mají větší spotřebu až o 0,3 l na 100 km, než vozidla s jiným systémem.

Regulace maximální posilovací síly je u tohoto systému obtížnější a časově náročná. Na výstupu z čerpadla je regulační ventil, ve kterém je vyvrtán otvor o určitém průměru. Zvětšováním či zmenšováním tohoto průměru se reguluje velikost asistenční síly na řízení a celkově jeho citlivost. V civilním provozu se s touto regulací vůbec nezabýváme. U sportovních a závodních vozů je tato hodnota ovšem velice důležitá a často se s ní laboruje.

Co se poruchovosti týče, hydraulický systém je svou konstrukcí o málo poruchovější než jiné systémy. Převodka řízení má složitější konstrukci a je třeba dbát na to, aby správně těsnila. Jedna z častých příčin poruch je právě netěsnost rozdělovače na převodce řízení. Tato závada většinou vede k náhodným výpadkům posilovací síly. Další kritickou součástí, vedoucí k nefunkčnosti celého systému, je hydraulické čerpadlo. Svou obtížnou zástavbou do motorového prostoru může taky dojít k poškození hadic prodřením a úniku kapaliny. Údržba celého systému řízení není nijak obtížná ani časově náročná. Na rozdíl od elektromechanického systému je ovšem potřeba pravidelně kontrolovat a měnit hydraulickou kapalinu a taky kontrola spínače tlaku pro řízení volnoběhu. Oproti jiným systémům zde dochází k tvorbě odpadů z použitého hydraulického oleje.

Největší předností hydraulického řízení je ovšem přesná a naprosto plynulá odezva, výborná rychlost reakce na natočení volantu, stále stejně kvalitní posilovací účinek i při dlouhodobější jízdě přímým směrem, například na dálnici. Celý systém řízení funguje bez znatelné prodlevy. Vazba od vozovky je podstatně lepší než u jiných systémů. Pro tyto vlastnosti má tento systém stále obrovské uplatnění a i přes své nevýhody se stále používá. V běžném provozu je nahrazován systémem elektromechanickým, ale u sportovních a závodních vozů má své nenahraditelné místo.

Doporučení:

Při velmi rychlých pohybech řízení (například vyhnutí překážce) je potřeba výkonného hydraulického čerpadla, abychom zajistili bezpečnou a správnou funkci bez jakékoliv prodlevy řízení. Potřeba velmi rychlých pohybů řízení se však vyskytuje za běžného provozu poměrně zřídka. Při použití konvenčního čerpadla řízení, které je schopno rychle bez prodlevy zareagovat, je trvale dodáváno velké množství čerpané kapaliny, ačkoli to ve většině situací není zapotřebí. Je tedy vhodné použít čerpadlo řízení se speciální regulací. Centrálním ovládacím prvkem systému je elektricky ovládaný hydraulický ventil, který zajišťuje objemový průtok hydraulického oleje v systému řízení v závislosti na potřebě. Elektrické ovládání je zajišťováno řídicí jednotkou řízení a elektrická aktivace se provádí v závislosti na rychlosti řízení a rychlosti jízdy. Je-li nastaven malý průřez otevření ventilu, vytváří se na vstupní straně ventilu vysoký náporový tlak. Tento působí na šoupátko ventilu regulace tlaku. Od definované hodnoty náporového tlaku se otevře potrubí, které umožní odtok hydraulického oleje od výtlačné strany čerpadla k sací straně čerpadla. Zmenší se tak odpor, proti němuž musí čerpadlo čerpat, z čehož vyplývá pokles teploty systému přibližně o 15 až 20 °C, snížení spotřeby paliva o přibližně 0,1 až 0,2 l na 100km a snížení příkonu čerpadla přibližně o 35 %.

Při použití regulačního ventilu s elektronicky proměnným průtokovým průměrem by bylo možné tento mechanismus ovládat na přístrojové desce automobilu a nastavit si tak tuhost řízení podle vlastních požadavků bez mechanických zásahů. Regulace posilovací síly, která je velkou nevýhodou hydraulického systému by byla mnohem jednodušší.

U hydraulického systému se při řešení krizových situací, nedotáčivosti nebo přetáčivosti vozidel neprovádí žádné bezpečnostní zásahy do řízení. Proto je vhodné v kombinaci s hydraulickým posilovačem používat dynamického řízení (viz. 4.2). Ve spolupráci se systémem ESP a jeho snímači se systém aktivuje při hrožících kritických jízdních režimech. Zlepšuje se celková stabilita vozidla v důsledku současného použití brzd a řízení, čímž se výrazně zvyšuje aktivní bezpečnost. To platí zvláště při vysokých rychlostech ($v > 100 \text{ km.h}^{-1}$), protože zde může dynamické řízení plně uplatnit svojí výhodu velmi rychlé reakce. V méně kritických situacích lze zčásti nebo úplně vynechat brzdění, což činí stabilizaci jízdy harmoničtější a komfortnější. Vozidlo se pak pohybuje vzhledem k omezení brzdění právě na vozovce s nižším součinitelem adheze (např. sněhu) agilněji, než vozidlo, které je stabilizováno pouze brzděním.

5.3.2 Elektromechanický systém

Jedná se o momentálně preferovaný systém u většiny automobilek. Používá se zejména u vozidel určených pro běžný provoz ve městě. Je vyráběn v několika konstrukčních uspořádáních a oproti hydraulickému řízení má spoustu výhod.

Zhodnocení:

Výhoda elektromechanického servořízení oproti hydraulickým systémům řízení spočívá především v tom, že lze vypustit hydraulický systém. Moduly podporující řízení jsou umístěny a působí přímo na převodovce řízení. Tím dojde k velké úspoře místa v motorovém prostoru a snadnější manipulaci při údržbě. Výhodou je také kompaktní modul umístěný na sloupku řízení, jednoduchá převodka řízení a nižší hmotnost celého systému. Odpadnutím hydraulického oleje přispívá tento typ řízení výrazně k ochraně životního prostředí.

Použitím elektromechanického řízení se dosáhne značné úspory energie. Oproti hydraulickému řízení, které požaduje permanentní objemový proud, potřebuje elektromechanické servořízení energii pouze tehdy, když je skutečně prováděno řízení. Tímto odběrem výkonu podle potřeby se sníží spotřeba paliva na 100 km až o 0,2 l. Ovšem spotřeba elektrické energie vzroste díky výkonnému elektromotoru.

Elektromechanické řízení s dvojím pastorkem má výrazně horší citlivost ve srovnání s hydraulickým systémem a vznikají v něm nepatrné trhavé pohyby při náhlé změně směru jízdy. Subjektivní pocity při řízení s tímto systémem nejsou moc dobré. Je-li řízení extrémně zatěžováno, vznikají nemalé prodlevy, které snižují komfort jízdy. Většinu těchto nevýhod ale odstranilo konstrukční řešení elektromechanického řízení s pohonem s paralelními osami a převodovkou s kuličkovým vřetenem. Speciální konstrukcí servořízení a jeho nepatrným vlastním třením toto zařízení umožňuje vysokou citlivost řízení při současně menších trhavých pohybech. Nárazy ze stran silnice jsou na základě setrvačné hmotnosti převodovky s kuličkovým vřetenem a elektromotoru kompletně vyfiltrovány. Naproti tomu nepatrné vlastní tření pohonu s kuličkovým vřetenem umožňuje řidiči velmi dobře pociťovat změny na kole, důležité pro dobrý pocit z jízdy.

Regulace posilovací síly se u tohoto systému provádí pomocí snímače krouticího momentu, kterým je působeno na tyč řízení, snímač úhlu natočení volantu a informací o rychlosti vozidla. Tyto hodnoty vyhodnocuje řídící jednotka, která rozhoduje o velikosti posilovací síly. Tuhost řízení je možno u některých vozidel měnit přímo na

přístrojové desce vozidla, kdy po zapnutí režimu „město“ je motorem dodáván větší posilující účinek a vozidlo se tak lépe ovládá při nízkých rychlostech. Do řídicí jednotky je pak také možno nahrát jiné mapy celého systému a změnit tak základní chování elektromotoru a posilovací účinek.

Nespornou výhodou tohoto systému je údržba. Celý systém elektromechanického řízení je bezúdržbový. Není třeba pravidelné kontroly. Systémové komponenty elektromechanického servořízení jsou schopné vlastní diagnostiky. Provádí se pouze kontrola a výměna kulových čepů a spojovacích tyčí. Dostupnost je dobrá a časová náročnost malá. Celková poruchovost elektromechanického systému je výrazně menší než systému hydraulického. U systému se vyskytují pouze občasné problémy s napájením modulu posilovače. Popřípadě výpadek některého ze snímačů, který vede ke snížení komfortu při jízdě.

Elektromechanický systém je možno doplnit o parkovací asistent, který výrazně ulehčí parkování. Lepší aktivní bezpečnost je zajištěná systémem podpory protiřízením, kdy při dynamických jízdních manévrech spolupracuje tento systém s řídicí jednotkou ESP a vybudí elektromotor k protiřízení.

Na základě zkoušky vozidla s tímto systémem bylo také zjištěno, že řízení je dodáván posilovací účinek i při nefunkčním motoru, a to při vlečení vozidla, je-li zapnuto zapalování a rychlost vozidla je vyšší než 7 km.h^{-1} .

Systém elektromechanického řízení s paralelními osami se pocity při řízení už velice přiblížil hydraulickému systému. Při běžném používání bych preferoval tento systém. Při sportovním užívání vozidla se ovšem objevuje prodleva a zpoždění řízení a kontakt s vozovkou není dle subjektivních pocitů dostatečný. Změna směru neprobíhá plynule a řízení je malinko trhané. Vrácení do polohy přímého směru je podporováno funkcí „aktivní návrat“. To způsobuje klidný návrat volantu po jízdě do zatáčky a stabilní udržování přímého směru jízdy.

Doporučení:

Hlavní cestou do budoucna by měla být větší integrace do systému aktivní bezpečnosti. V současné době tento systém jen málo spolupracuje s řídicí jednotkou ESP. Pomocí snímačů je třeba neustále vyhodnocovat dění před vozidlem a při hrozící nehodě provést zásah do řízení. Výhodou by bylo zavést do celého systému jakýsi vibrační člen a snímače, které by sledovaly aktivitu řidiče a v případě hrozícího mikrosnánu ve

spolupráci s řídicí jednotkou zahájily vibrace v ovládacím orgánu řízení popřípadě vyhýbací manévr.

Vhodné je tento elektromechanický systém používat u vozidel s pohonem předních kol a motorem zabudovaným napříč. Vlivem různých délek hnacích hřídelů levého a pravého kola u tohoto uspořádání dochází při akceleraci často k táhnutí řízení vozidla do strany. Řídicí jednotka toto táhnutí do strany rozpozná a vyrovná ho protiřízením bez zásahu řidiče. Toto přispěje ke zvýšení komfortu jízdy.

Pro zamezení tvrdého mechanického dorazu řízení dovoluje tento systém softwarově ho omezit. Nejlépe je tento softwarový doraz aktivovat při úhlu vychýlení volantu řízení cca 5° před mechanickým dorazem. Řidič to pocítí poklesem podpory řízení v závislosti na úhlu vychýlení a vytvoří se dokonce výrazná reakční síla proti pohybu volantu.

6 Závěr

Z práce vyplývá, že konstrukce řídicích ústrojí udělala ve vývoji opravdu velký krok. Přesto všechno má hydraulický systém i přes své nevýhody stále obrovské zastoupení ve vozidlech. Pomocí průzkumu jsme si ověřili, jak dva nejpoužívanější systémy vnímá odborná veřejnost. Velké množství řidičů klade stále velký důraz na ovladatelnost vozidla. Velice výhodné je mít systém, který kombinuje přesnost a dobrou odezvu hydraulického řízení s možností šetření paliva zastavením čerpadla, které je poháněno elektromotorem. Do budoucna očekávám větší integraci řízení do systému aktivní bezpečnosti. Krásným příkladem je v této práci popsání dynamického řízení. Dle mého názoru se budou více objevovat automobily s řízenými všemi koly.

V první části práce byla představena většina současných systémů řízení silničních vozidel a legislativní požadavky, které tyto systémy musí splňovat. V druhé části práce bylo provedeno seznámení s novým konstrukčním uspořádáním řízení silničních vozidel. Součástí práce byl také dotazníkový průzkum, na základě kterého bylo zpracováno zhodnocení těchto nových konstrukčních uspořádání. Provedl jsem také experiment, který se zabýval regulací posilovací síly u hydraulického řízení. Jeho výsledkem bylo přiřazení různých průtokových průměrů regulačního ventilu k odlišným charakterům vozovky.

7 Seznam zdrojů a použité literatury

- [1] Ministerstvo dopravy a spojů. *Vyhláška ministerstva dopravy a spojů: o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích [online]*. 2001 [cit. 2009-01-02]. Dostupný z WWW:
<<http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb01301&cd=76&typ=r>>.
- [2] Parlament České republiky. *Zákon: o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb. [online]*. 2001
[cit. 2009-01-02]. Dostupný z WWW:
<<http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb01056&cd=76&typ=r>>.
- [3] Evropská rada. *Směrnice rady 70/311/EHS : o sbližování právních předpisů členských států týkajících se mechanismu řízení motorových vozidel a jejich přípojných vozidel*. [s.l.] : [s.n.], 1999. s. 21.
- [4] OSN. *Dohoda : O jednotných ustanoveních pro homologaci vozidel z hlediska ochrany řidiče proti mechanismu řízení v případě nárazu* . [s.l.] : [s.n.], 1996. s. 36.
- [5] VLK, František. *Podvozky motorových vozidel: Řízení*. Brno: Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2000. 392 s. ISBN 80-238-0025-0.
- [6] MATĚJKA, Rostislav. *Vozidla silniční dopravy II. VŠDS Žilina: Alfa* Bratislava, 1981. ISBN 80-7100-074-4
- [7] Audi AG. *Dynamické řízení u modelu Audi A4 : Samostudijní program 402*. [s.l.] : [s.n.], 2008. 30 s.
- [8] Volkswagen AG. *Elektromechanické řízení s pohonem s paralelními osami : Samostudijní program 399*. [s.l.] : [s.n.], 2008. 39 s.
- [9] Volkswagen AG. *Electro-mechanical Power Steering : Design and Function*. [s.l.] : [s.n.], 2007. 27 s.
- [10] DIEM, William. *Renault 4-Wheel Steering [online]*. 2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupný z WWW:
<http://subscribers.wardsauto.com/ar/renault_steering_laguna/wall.html?return=http://subscribers.wardsauto.com/ar/renault_steering_laguna/>.

8 Přílohy

A Žádost o homologaci z hlediska systému řízení



Vydal: Název správního orgánu:

.....
.....
.....

o: ^{2/} UDĚLENÍ HOMOLOGACE
ODMÍTNUTÍ HOMOLOGACE
ROZŠÍŘENÍ HOMOLOGACE
ODEJMUTÍ HOMOLOGACE
UKONČENÍ VÝROBY

typu vozidla z hlediska systému řízení podle Předpisu č. 79.

Homologace č. Rozšíření č.

1. Obchodní název nebo značka vozidla

2. Typ vozidla

3. Název a adresa výrobce

4. Název a adresa případného zástupce výrobce:
.....

5. Stručný popis systému řízení:

5.1 Typ systému řízení

5.2 Ovládací orgán řízení

5.3 Převod řízení

5.4 Řízená kola

5.5 Zdroj energie

.....

^{1/} Rozlišovací číslo státu, který homologaci udělil/rozšířil/odmítl/odejmul (viz homologační ustanovení v tomto Předpisu)

^{2/} Nehodící se škrtněte

6. Výsledky zkoušek. Ovládací síla řízení požadovaná k dosažení kruhu zatáčení o poloměru 12 m nebo 20 m v případě poruchy:

6.1 za normálních podmínek

6.2 po poruše zvláštního zařízení

7. Vozidlo předáno k homologaci dne

8. Pověřená homologační zkušebna

9. Datum zkušebního protokolu:

10. Číslo zkušebního protokolu:

11. Homologace udělena/rozšířena/odmítnuta/odejmuta ^{2/}

12. Umístění homologační značky na vozidle

.....

13. Místo

14. Datum

15. Podpis

16. K této zprávě je přiložen soupis dokumentů, uložených u orgánu státní správy , který udělil homologaci a které jsou dostupné na vyžádání.

^{2/} Nehodící se škrtněte

B Dotazník

Posilovač řízení silničních vozidel - dotazník

Zhodnoťte dle vlastních vědomostí, zkušeností a subjektivních pocitů dva nejpoužívanější systémy posilovacího řízení silničních vozidel

(K jednotlivým tématům odpovídejte stručně)

	Elektromechanický posilovač	Hydraulický posilovač
Rychlost reakce systému řízení na změnu směru jízdy		
Regulace posilovací síly (jak se u těchto systému provádí)		
Údržba systému řízení (časová náročnost, dostupnost ve vozidle...)		
Konstrukční uspořádání (výhody a nevýhody konstrukcí těchto systémů)		
Subjektivní pocity při řízení (výhody a nevýhody pociťované při řízení)		
Poruchovost (zhodnoťte množství a vážnost závad vyskytujících se u posilovače řízení)		
Preferovaný systém (který systém preferujete a proč)		
Finanční náročnost systému (který ze systému je levnější)		
Nápady na vylepšení systému řízení (něco co vám, na stávajících systémech vadí, co by jste vylepšili)		

